

4205/US/H/91 ✓

PERPUSTAKAAN I. T. S.	
Agenda PIP	641/TA

TUGAS AKHIR

STUDY PERENCANAAN TEKNIS PERBAIKAN KALI DENGKENG KAB. KLATEN-KAB. SUKOHARJO JAWA TENGAH

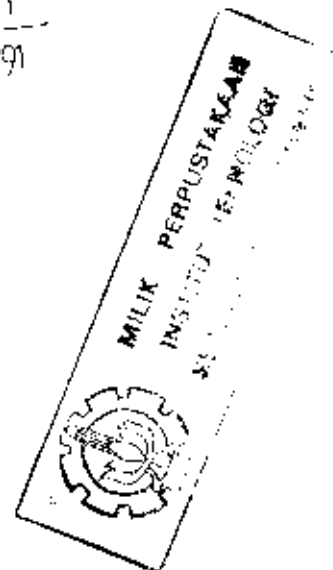


855
627.12
162
51
1991

Disusun Oleh :

Chairil Insani

3883100714

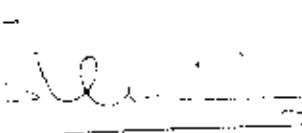


**BIDANG STUDI HIDROTEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1991**

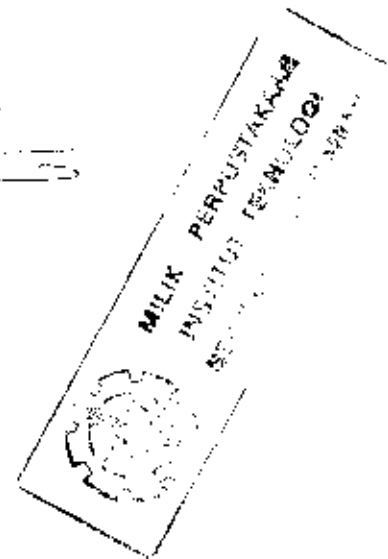
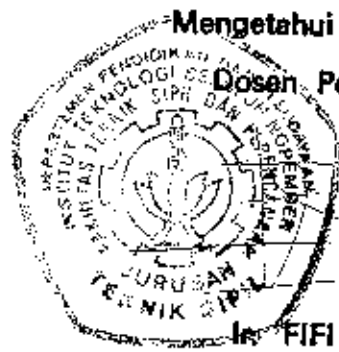
TUGAS AKHIR

STUDY PERENCANAAN TEKNIS PERBAIKAN KALI DENGKENG KAB. KLATEN – KAB. SUKOHARJO JAWA TENGAH

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Ir. FIFI SOFIA



**BIDANG STUDI HIDROTEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1991**

ABSTRAKSI

PENDAHULUAN.

Kali Dengkeng merupakan anak terbesar dari Bengawan Solo yang terletak antara Kabupaten Klaten - Kabupaten Sukoharjo, dimana daerah ini merupakan daerah pertanian yang sedang dikembangkan disamping merupakan daerah pemukiman.

Pada musim kemarau debit air Kali Dengkeng relatif kecil, sementara pada musim hujan debit airnya jauh lebih besar, sehingga akan menimbulkan banjir serta genangan didaerah hilirnya.

Banjir ini selalu menimbulkan problematik, kerugian / kerusakan pada daerah pertanian, pemukiman dan saran-sarana perhubungan dan sebagainya. Oleh sebab itu perlu diadakannya perbaikan guna mencegah terjadinya banjir tersebut.

HIDROLOGI.

Data debit didapat dari hasil pengukuran stasiun-stasiun pengamat debit pada Kali Lusah, Kali Sanggal, Kali Atasaji, dan Kali Dengkeng sebelah hilir. Pengamatan debit tersebut dilakukan dari tahun 1969-1988.

Selain Data debit juga terdapat data hujan, data hujan yang ada lebih komplit sehingga untuk perhitungan debit banjir rencana disini dipakai data hujan dengan membandingkan dari data debit yang ada.

Untuk menentukan luas daerah pengaruh hujan digunakan metode



Poligon Thiesen, sedang untuk perhitungan curah hujan rencananya dipakai metode Gumbel dan hasilnya dibandingkan dengan metode Iway Kadoya dan Haspers. Dalam perhitungan Banjir rencana dipergunakan metode Unit Hidrograph Nakayatsu dengan periode ulang 25 tahun.

PERENCANAAN PROPIL SUNGAI.

Salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan daya tampung sungai adalah dengan mengadakan perbaikan bentuk propil yaitu memperbesar daya tampungnya.

Untuk maksud menambah kapasitas hidrolis dari sungai dapat dilaksanakan dengan menambah jari-jari hidrolis (dengan menambah kedalaman atau dengan menambah kemiringan dasar sungai).

SEDIMENTASI.

Dari hasil perhitungan sedimentasi didapat :

Qsedimen tiap tahunnya = 11.742 m^3 . Untuk mengurangi sedimen yang ada maka dilakukan usaha pengerukan guna memperbesar kapasitas sungai agar sesuai dengan yang diharapkan.

ANALISA EKONOMI.

Analisa ekonomi dilakukan untuk menilai pembiayaan suatu proyek, sehingga bisa dibandingkan dengan keuntungan yang diperoleh.

Suatu proyek dianggap menguntungkan / layak dilaksanakan
apabila Benefit Cost Ratio > 1

Cross section P12

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				92.00	0.00
4.300	2.786	5.124	5.990	89.21	4.30
5.200	3.549	5.256	15.471	88.45	9.50
4.800	4.321	4.862	18.888	87.68	14.30
10.500	4.400	10.300	45.785	87.60	24.80
9.900	4.021	9.907	41.684	87.38	34.70
3.650	3.577	3.677	13.864	86.42	38.35
2.100	2.053	2.595	5.510	85.95	40.45
2.400	0.000	3.158	2.464	82.90	42.85
42.850		45.078	151.070		
			3.391		

Cross section P14

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				93.50	0.00
1.950	3.024	3.545	2.797	89.73	1.85
4.300	4.287	4.944	17.354	89.54	6.15
6.700	4.653	6.216	27.466	88.10	12.85
9.700	4.750	8.701	40.903	88.00	21.55
9.050	3.385	9.052	39.526	88.77	30.60
4.200	3.678	4.311	16.092	89.07	34.80
3.900	2.153	4.188	11.370	90.60	38.70
2.400	0.000	3.224	2.584	92.75	41.10
41.100		44.110	158.093		
			3.584		

Cross section P16

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				87.00	0.00
5.200	1.902	5.537	4.941	80.60	5.20
4.300	2.935	4.422	10.400	89.37	9.50
3.650	4.321	3.904	13.240	88.16	13.15
9.500	4.500	9.502	41.960	88.20	22.65
10.500	4.006	10.512	44.657	88.49	33.15
4.800	3.547	4.822	16.107	88.95	37.95
2.100	2.087	2.538	5.916	88.41	40.05
2.400	0.000	3.180	2.504	92.10	42.45
42.450		44.437	141.191		
			3.180		

Cross section P8

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				94.00	0.00
5.400	3.830	4.637	4.620	90.15	2.40
4.800	4.850	4.400	20.504	89.14	7.20
5.100	1.400	4.711	31.868	88.58	13.40
9.400	6.000	9.501	57.434	87.20	22.80
7.300	4.030	8.261	42.402	89.92	30.60
4.800	5.632	5.045	21.339	86.37	35.40
7.400	3.040	4.510	16.910	90.95	39.30
1.950	0.000	3.559	2.812	94.00	41.15
41.150		46.711	201.289		
			4.159		

Cross section P12

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				92.00	0.00
3.560	2.054	4.110	3.858	91.45	3.56
2.480	4.254	7.025	1.811	89.25	6.04
5.210	4.869	5.256	21.790	88.63	11.25
8.150	4.900	8.150	33.870	88.50	19.40
9.850	4.755	9.851	43.670	88.74	29.25
6.200	3.627	6.320	13.740	89.47	34.40
3.150	2.984	3.196	10.110	91.80	36.50
2.450	0.000	3.581	3.931	94.00	40.95
40.950		44.050	141.100		
			3.581		

Cross section P14

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				94.00	0.00
3.400	2.964	3.101	2.357	92.04	3.40
5.900	2.000	5.860	11.137	92.50	8.30
6.100	4.028	6.388	15.216	89.77	14.20
11.900	5.000	8.957	41.946	88.80	25.10
6.700	3.850	6.740	28.055	90.15	29.70
4.900	4.404	4.919	21.058	89.05	34.10
3.900	3.650	4.441	10.257	92.11	38.00
2.700	1.000	3.337	2.595	94.00	40.75
40.750		43.782	139.730		
			3.195		

Cross section P24

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				94.00	0.00
2.850	2.659	3.898	3.789	91.74	2.35
2.640	3.057	2.670	7.545	90.94	5.49
5.210	4.590	5.557	20.962	89.01	10.70
7.500	5.000	7.544	40.462	88.20	18.20
8.100	5.446	8.102	45.346	88.55	26.30
4.200	3.654	4.566	19.116	90.35	30.50
5.400	4.321	5.441	21.530	89.68	35.90
3.600	0.000	5.624	7.779	94.00	39.50
39.500		43.408	166.725		
			3.841		

Cross section P25

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				94.00	0.00
2.850	2.653	4.045	3.535	92.15	3.50
5.400	2.846	5.491	12.687	91.15	9.00
7.100	3.650	7.145	23.061	90.35	16.10
9.200	4.500	9.239	37.490	89.50	25.30
10.400	4.047	10.410	44.444	89.95	35.70
4.300	2.478	4.577	14.029	91.52	40.00
2.300	2.054	2.832	8.345	91.95	42.80
3.000	0.000	3.636	3.081	94.50	45.80
45.800		47.379	144.472		
			3.049		

Cross section P28

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				94.50	0.00
2.850	2.659	3.898	3.789	89.34	2.85
2.640	3.057	2.670	7.545	89.44	5.49
5.210	3.146	5.211	16.159	89.05	10.70
7.500	3.290	7.500	23.198	89.30	18.20
8.100	2.854	8.107	24.519	89.65	26.30
4.200	2.554	4.211	11.307	89.85	30.50
5.400	2.987	5.417	14.961	89.01	35.90
3.600	0.000	4.679	5.307	94.00	39.50
39.500		41.894	107.500		
			2.879		

Cross section K03

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				94.50	0.00
2.850	2.652	3.097	2.183	91.82	2.80
2.500	2.874	3.616	7.622	91.83	6.10
2.100	3.391	3.204	23.005	90.61	13.20
10.100	4.056	6.000	39.935	90.40	23.20
5.200	3.600	4.341	40.900	89.50	32.30
3.000	2.849	2.632	12.824	90.95	35.20
3.500	3.047	3.116	11.840	91.45	38.70
4.000	0.000	5.029	8.094	94.50	42.70
42.700		44.862	144.443		
			3.012		

Cross section F32

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				95.60	0.00
3.600	2.853	4.590	5.101	90.15	3.60
4.500	3.021	4.503	13.217	90.66	8.10
5.100	4.268	5.350	13.907	90.10	13.20
7.500	5.000	7.506	14.150	90.00	20.70
9.000	4.565	9.000	40.000	90.40	24.00
6.000	3.014	6.000	13.000	90.00	30.00
4.500	2.153	4.541	11.100	90.00	40.00
3.000	0.000	3.000	3.000	95.60	40.00
43.200		43.200	100.000		
			3.000		

Cross section F24

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				94.00	0.00
2.800	2.800	3.000	2.187	93.55	2.80
3.000	2.800	3.500	7.623	92.56	6.10
3.000	3.000	3.200	23.006	91.34	13.20
10.000	3.888	10.000	38.800	91.35	23.00
4.000	2.000	4.000	13.000	91.00	30.00
3.000	2.000	3.000	11.000	91.00	38.00
3.000	0.000	3.000	3.000	94.00	42.00
42.000		44.000	120.000		
			3.000		

Cross section P36

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				93.35	0.00
4.200	1.864	4.595	2.914	93.34	4.20
3.000	3.045	3.234	7.364	92.21	7.20
3.800	2.935	3.802	11.363	92.72	11.60
8.000	5.005	8.263	21.754	91.11	17.00
9.000	5.359	9.603	45.113	91.00	28.00
5.900	4.963	5.907	29.613	90.39	30.80
2.850	2.857	3.514	11.144	92.19	36.65
2.500	0.000	3.796	3.571	95.25	37.15
39.150		42.035	144.877		
			3.447		

Cross section P38

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				93.35	0.00
3.500	2.186	4.126	3.824	94.02	3.50
4.200	2.854	4.027	9.678	93.55	7.50
9.100	2.746	9.200	24.840	93.45	16.70
3.100	2.810	3.100	22.592	93.39	24.80
7.700	2.015	7.742	17.615	94.18	32.10
2.500	2.766	2.810	5.978	93.43	34.60
2.000	1.879	2.180	4.665	94.30	36.60
2.500	0.000	3.383	2.659	96.20	39.40
39.400		40.970	91.760		
			2.240		

Cross section P44

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
	0.000			96.50	0.00
2.000	1.376	3.428	1.376	95.62	2.00
5.000	4.335	5.510	14.278	92.67	7.00
5.000	4.421	5.000	21.850	91.58	12.00
8.000	4.700	8.005	35.484	92.15	20.00
8.000	3.965	8.034	34.666	93.34	29.00
5.000	3.057	5.022	17.591	97.94	33.00
5.000	1.263	5.512	10.590	95.74	38.00
2.000	0.000	2.365	1.263	97.00	40.00
40.000		42.036	138.305		
			3.290		

Cross section P42

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
	0.000			96.50	0.00
2.400	1.854	3.933	2.225	94.65	2.40
3.400	2.862	5.741	15.271	92.70	7.00
3.900	3.024	3.977	13.311	93.45	11.70
5.900	3.930	8.766	30.945	92.57	20.60
3.300	3.479	8.562	31.673	93.02	29.15
4.300	2.516	6.000	21.685	92.98	35.35
4.500	1.874	1.676	12.936	94.63	40.15
1.800	0.000	2.677	1.733	96.50	42.00
42.000		44.165	129.779		
			2.939		

Cross section P46

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				93.00	0.00
2.400	2.964	3.614	3.337	93.29	2.40
3.900	3.025	3.900	11.875	92.00	6.10
5.000	3.857	5.049	17.705	92.39	11.50
6.300	4.350	6.327	25.947	91.57	17.50
10.000	2.551	10.165	16.605	91.56	27.00
6.600	3.002	6.615	18.611	91.15	34.00
4.800	2.553	4.633	17.777	92.36	39.00
1.800	0.000	3.124	1.096	95.05	40.50
40.900		43.831	128.995		
			2.597		

Cross section 46

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				96.15	0.00
2.400	2.034	2.815	2.365	94.25	2.40
3.900	1.897	2.984	9.447	93.61	6.30
5.000	3.548	5.040	16.103	92.93	11.30
7.700	5.550	7.736	35.377	90.55	19.00
6.000	5.100	7.000	50.207	91.36	20.00
3.500	4.600	6.004	32.570	91.81	35.40
4.300	2.403	5.215	17.022	94.39	40.50
1.800	0.000	2.000	2.165	96.50	42.00
42.000		44.577	167.407		
			3.725		

Cross section P48

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				91.16	0.00
1.800	1.976	2.673	1.776	93.62	1.80
2.100	3.195	2.428	3.430	93.81	3.90
3.650	6.901	4.804	16.793	91.06	7.55
9.900	5.982	9.900	59.217	91.84	17.45
10.500	6.260	10.504	64.366	90.74	27.95
4.900	3.865	5.364	24.300	91.14	32.75
5.200	2.804	5.307	17.339	94.10	37.95
4.300	0.000	5.133	6.029	97.00	42.25

42.250 45.414 195.041

6.248

Cross section P65

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				97.00	0.00
1.800	1.841	2.435	2.677	95.15	2.50
2.900	2.653	2.514	6.295	94.35	5.70
4.900	4.113	5.117	16.238	92.89	10.50
7.500	4.300	7.502	31.149	92.70	18.00
10.500	3.871	10.509	42.929	93.12	28.50
6.100	2.547	6.243	19.593	94.45	34.60
3.200	1.934	3.254	7.202	95.05	37.80
2.200	0.000	2.942	2.149	97.50	40.00

40.000 41.820 128.636

3.076

Cross section P52

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				96.00	0.00
4.300	1.855	4.653	7.968	94.15	4.70
5.200	1.963	5.201	9.927	94.04	9.50
4.800	2.227	4.897	10.046	91.06	14.70
10.500	2.300	10.507	23.746	91.70	24.50
9.900	2.210	9.900	21.214	91.00	34.70
3.650	1.987	3.661	7.47	94.11	38.95
2.100	2.053	2.107	4.137	95.00	40.95
2.400	0.000	3.158	2.454	98.00	42.95

42.850 44.021 84.109

1.511

Cross section P54

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				95.00	0.00
3.650	1.826	3.545	2.757	91.90	1.85
4.100	4.207	4.906	13.054	91.75	6.65
6.200	4.550	6.210	27.150	93.45	12.85
6.700	4.820	6.700	39.894	91.38	21.55
9.700	3.995	9.671	36.930	96.00	30.60
4.100	3.500	4.311	16.092	94.02	34.80
3.600	2.193	4.180	11.370	95.85	38.70
3.400	0.000	3.214	2.584	98.00	41.10

41.000 44.054 156.179

3.542

Cross section P56

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				92.50	0.00
5.200	1.992	5.337	4.543	96.00	3.20
4.300	2.935	4.422	10.407	95.00	9.50
3.650	4.653	4.636	11.957	91.84	13.15
9.500	5.000	9.506	45.478	92.50	22.65
10.500	4.792	10.502	51.408	92.00	32.15
4.800	3.547	4.959	20.014	94.05	37.55
2.100	2.087	2.558	5.916	96.00	40.05
2.400	0.000	3.180	2.504	98.00	42.45

42.450 44.701 154.919

5.455

Cross section P58

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				98.50	0.00
2.400	3.856	4.537	4.820	94.65	2.40
4.800	4.035	4.804	18.924	94.47	7.20
6.100	4.010	6.106	26.570	94.15	13.40
9.400	4.500	9.402	41.407	94.00	22.80
7.600	4.000	7.601	32.462	94.42	30.60
4.600	3.590	4.605	18.384	94.92	35.45
3.600	3.040	3.637	17.909	95.46	39.00
1.800	0.000	2.589	2.917	98.50	41.15

41.000 45.063 158.388

1.513

Cross section K06

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				95.70	0.00
3.560	2.054	4.110	3.558	96.45	3.56
2.480	4.254	3.315	7.322	94.25	6.04
5.210	4.869	5.246	23.765	93.53	11.25
8.150	4.980	8.150	39.299	93.60	19.40
9.890	4.765	9.851	47.630	93.74	29.35
6.200	3.527	6.322	25.765	94.87	35.45
3.150	2.984	3.196	10.255	95.52	38.60
2.450	0.000	3.851	3.855	95.50	41.05
41.050		44.832	167.365		
			3.484		2.783

Cross section P01

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				100.00	0.00
3.400	1.904	3.101	2.357	98.04	2.40
5.500	2.005	5.500	11.113	98.00	8.00
6.000	3.997	6.511	18.504	96.00	14.20
8.900	4.120	8.901	26.121	95.85	23.10
5.130	4.200	5.201	25.792	95.80	29.30
4.500	2.028	5.259	14.947	97.97	34.10
3.900	1.850	3.900	7.640	98.11	39.00
2.750	0.000	3.557	2.599	100.00	40.75
60.750		42.823	119.175		
			2.783		

Cross section P04

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				100.00	0.00
4.300	2.785	5.124	3.591	97.71	4.30
5.200	3.179	5.215	15.506	97.41	9.50
4.900	3.971	4.950	16.420	96.92	14.35
10.500	4.000	10.501	41.707	96.10	24.80
9.900	3.823	9.902	33.024	96.98	34.70
3.650	3.577	3.658	33.535	96.80	38.35
2.100	2.053	2.595	5.913	95.11	40.45
2.400	0.000	2.158	2.404	100.00	42.85
42.850		45.002	140.248		
			3.114		2.763

Cross section P05

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				100.00	0.00
1.550	3.074	3.041	2.357	97.23	1.85
4.10	4.207	4.944	17.804	96.04	6.65
6.200	3.925	6.206	25.209	95.33	12.85
8.700	4.250	8.705	35.561	96.00	21.55
9.050	3.985	9.054	37.265	96.27	30.50
4.200	3.878	4.211	16.072	96.57	34.80
3.500	2.150	4.120	11.370	98.10	38.70
2.100	0.000	1.707	2.184	100.00	41.10
41.100		44.073	146.222		
			2.763		

Cross section P13

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				100.50	0.00
5.200	1.902	5.507	4.745	98.10	5.20
4.300	2.935	4.422	10.400	97.47	9.50
3.650	3.521	3.697	11.750	98.48	13.15
9.500	4.000	9.512	35.711	96.65	22.65
10.500	3.896	10.501	41.434	96.10	32.15
4.800	3.547	4.817	17.667	96.45	37.40
2.100	2.057	2.556	5.916	97.41	40.75
2.400	0.000	3.186	2.304	100.00	42.45
42.450		44.215	136.588		
			2.983		3.988

Cross section P07

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				101.50	0.00
2.800	3.850	4.257	4.620	97.65	2.40
4.500	4.850	4.905	20.904	95.84	7.20
5.000	5.156	6.200	20.895	96.35	13.40
9.400	5.500	9.400	30.900	96.85	22.80
1.600	4.000	3.501	25.592	97.42	30.60
4.000	3.554	4.005	14.384	97.92	35.40
2.900	5.040	3.917	12.909	98.46	39.30
2.800	0.000	3.159	2.812	102.00	41.15
41.150		45.285	176.614		
			3.988		

Cross section P72

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				102.00	0.00
3.580	2.054	4.110	3.656	99.55	3.56
2.480	4.254	3.315	7.627	97.75	6.04
5.210	4.869	5.246	23.755	97.13	11.25
8.150	5.600	8.183	42.661	96.43	17.40
9.850	4.765	9.985	51.048	97.74	29.25
6.200	3.527	6.322	25.705	98.47	35.45
3.150	2.984	3.196	10.255	99.92	38.60
2.450	0.000	3.861	3.655	100.00	41.05
41.050		44.119	168.568		

3.321

Cross section P74

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				102.00	0.00
2.400	1.954	3.101	2.357	100.04	2.40
5.600	2.605	5.600	11.113	100.00	8.00
6.200	4.569	6.709	20.379	97.43	14.20
8.900	5.000	8.910	42.582	97.00	23.10
5.200	3.954	6.288	27.757	98.05	29.30
4.800	4.825	4.839	21.214	97.12	34.10
3.900	1.890	4.917	13.211	100.11	38.00
2.150	0.000	3.617	2.599	102.00	40.75
40.750			43.730	141.212	

3.328

Cross section P75

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				101.80	0.00
2.850	2.659	3.656	3.765	99.34	2.85
2.640	3.057	2.670	7.540	98.94	5.49
5.210	3.857	5.271	19.011	98.14	10.70
7.500	4.500	7.572	32.635	97.19	18.20
8.100	3.892	8.162	35.608	96.11	26.30
4.200	3.654	4.207	15.847	98.71	30.50
5.400	3.251	5.415	18.644	98.75	36.90
3.500	0.000	4.851	5.452	100.00	39.40
39.500		42.046	138.132		

3.395

Cross section P76

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				101.50	0.00
5.600	1.953	4.049	3.335	99.65	3.60
5.450	2.846	5.481	11.887	98.65	9.00
7.100	1.850	7.145	23.051	97.85	16.10
7.200	3.950	7.206	35.096	97.52	25.30
10.400	4.650	10.422	44.876	96.85	35.70
4.300	3.470	4.817	15.325	99.02	40.00
2.800	2.054	3.777	6.045	99.45	43.80
3.600	0.000	3.635	3.081	103.50	45.80
45.800			47.587	143.803	

3.021

Cross section P78

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				101.50	0.00
2.850	2.659	3.656	3.765	99.34	2.85
2.640	3.057	2.670	7.540	98.94	5.49
5.210	3.857	5.271	19.011	98.14	10.70
7.500	4.500	7.572	32.635	97.19	18.20
8.100	3.892	8.162	35.608	96.11	26.30
4.200	3.654	4.207	15.847	98.71	30.50
5.400	3.251	5.415	18.644	98.75	36.90
3.600	0.000	4.851	5.452	104.00	39.50
39.500		41.979	135.792		

3.375

Cross section P77

b	H	C	A	ELEVASI	JARAK
				101.30	0.00
5.600	1.953	4.049	3.335	101.37	2.80
5.300	2.804	5.300	11.623	100.23	6.10
7.100	3.851	7.103	23.006	99.11	13.20
10.000	4.650	10.002	34.935	98.90	23.20
9.200	3.600	9.045	40.932	98.00	32.20
3.500	4.650	3.617	14.523	98.72	35.20
3.200	3.047	3.953	13.526	99.95	38.70
4.000	0.000	5.035	5.094	103.00	42.70
42.700			44.894	146.125	

3.299

Gross section P54

b	H	Q	A	ELEVASI	JARAK
				103.40	0.00
3.600	2.853	4.593	5.135	104.75	3.60
4.500	3.021	4.503	13.217	106.15	9.10
5.100	3.893	5.174	17.634	99.31	13.70
7.500	4.200	7.506	30.355	99.00	20.70
9.000	4.020	9.002	36.996	99.15	29.70
6.000	3.014	6.084	21.100	100.19	35.70
4.500	2.153	4.592	11.876	101.05	40.20
3.000	0.000	3.593	3.230	102.20	43.20
43.200		43.177	124.291		
			3.050		

Gross section P55

b	H	Q	A	ELEVASI	JARAK
				103.00	0.00
2.800	1.682	3.097	2.187	101.32	2.80
3.500	2.674	3.638	7.623	100.33	6.30
7.100	3.054	7.110	20.334	99.55	13.70
10.000	3.215	10.001	31.745	99.79	23.20
4.000	3.300	9.000	29.317	99.70	37.20
3.000	2.984	3.019	9.396	100.04	38.20
3.500	3.047	3.501	10.519	99.95	39.70
4.000	0.000	5.025	5.094	103.00	42.70
42.700		44.354	118.516		
			3.631		

Gross section P56

b	H	Q	A	ELEVASI	JARAK
				103.49	0.00
4.200	1.864	4.595	3.914	103.63	4.20
3.000	3.045	3.224	7.364	103.45	7.20
3.800	4.698	4.144	14.712	100.75	11.00
8.000	5.231	8.018	39.716	100.76	19.00
9.000	5.690	9.012	49.144	99.80	28.00
5.800	3.443	6.220	26.486	102.05	37.80
2.850	2.857	2.910	8.978	102.65	38.65
2.500	0.000	3.796	3.571	103.49	39.15
39.150		41.917	153.695		
			3.671		

Gross section P57

b	H	Q	A	ELEVASI	JARAK
				103.00	0.00
3.500	2.185	4.126	3.824	104.52	3.50
4.000	3.046	4.097	10.462	103.45	7.50
9.200	4.255	9.279	33.589	102.24	16.70
8.100	4.500	8.104	35.462	102.00	24.80
7.700	3.251	7.406	28.291	103.25	32.10
2.100	2.766	2.547	7.521	103.73	34.60
2.000	1.899	2.180	4.665	104.50	36.60
0.200	0.000	3.767	2.659	106.50	39.40
39.400		41.115	125.473		
			3.036		

Gross section P58

b	H	Q	A	ELEVASI	JARAK
				103.00	0.00
4.200	1.864	4.595	3.914	104.64	4.20
3.000	3.045	3.224	7.364	103.45	7.20
3.800	2.935	3.802	11.762	103.57	11.00
8.000	3.521	8.021	26.824	102.90	19.00
9.000	4.500	9.051	36.045	102.90	28.00
5.800	3.443	5.896	23.603	102.06	37.80
2.850	2.857	2.910	8.978	102.64	38.65
2.500	0.000	3.796	3.571	103.50	39.15
39.150		41.297	126.141		
			2.444		

Gross section P59

b	H	Q	A	ELEVASI	JARAK
				103.00	0.00
3.500	2.185	4.126	3.824	104.80	3.50
4.000	3.046	4.097	10.462	103.95	7.50
9.200	4.255	9.287	37.126	104.10	16.70
8.100	3.500	8.112	24.912	103.70	24.80
7.700	3.251	7.300	23.911	103.75	32.10
2.500	2.766	2.547	7.521	104.23	34.60
2.000	1.899	2.180	4.665	105.10	36.60
0.200	0.000	3.767	2.659	108.00	39.40
39.400		41.942	103.379		
			2.567		

Cross section #96

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				109.00	0.00
1.950	1.056	2.130	0.977	107.94	1.25
2.550	2.588	2.975	4.646	106.41	4.49
3.900	3.046	3.927	10.986	105.43	8.39
7.600	5.000	7.947	30.975	104.00	15.90
6.500	4.965	6.300	32.336	104.04	22.40
8.900	3.221	9.069	36.429	103.76	31.30
3.400	2.457	3.485	9.251	106.54	34.75
2.900	0.000	3.861	3.567	109.25	37.60
37.600		39.734	129.217		
			3.757		

Cross section #95

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				109.00	0.00
2.600	1.850	3.381	2.604	107.14	2.80
2.600	2.935	2.821	6.260	105.05	5.49
6.500	3.221	8.505	20.072	105.78	11.90
6.700	3.000	6.932	27.540	104.00	16.60
6.200	4.965	8.201	40.438	104.14	26.30
2.100	4.065	2.247	9.374	104.94	28.90
2.600	2.699	2.452	6.784	106.30	30.90
2.400	0.000	3.617	3.239	109.25	33.30
33.300		36.102	116.291		
			3.221		

Cross section #010

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				107.00	0.00
2.400	2.521	3.481	3.025	104.48	2.40
3.100	2.496	3.100	3.776	104.31	5.50
2.500	2.442	2.501	5.177	104.36	8.00
6.800	2.700	6.805	17.493	104.39	14.80
5.500	1.547	5.620	11.679	105.45	20.30
7.200	2.223	7.232	13.572	104.78	27.50
2.800	2.116	2.802	6.075	104.88	30.30
3.100	0.000	3.793	3.281	109.60	33.40
33.400		35.293	69.083		
			1.997		

Cross section #102

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				110.30	0.00
2.400	2.557	3.507	3.068	105.94	2.40
2.600	3.946	2.948	8.454	104.53	5.00
4.600	3.851	4.601	17.933	104.65	9.60
4.900	4.000	4.902	19.233	104.50	14.50
5.800	3.558	5.814	25.597	104.94	21.30
3.600	2.876	3.610	12.368	105.62	25.15
4.550	1.564	4.541	11.011	106.54	29.70
2.400	0.000	3.412	1.375	109.30	31.10
31.100		31.005	99.151		
			1.939		

Cross section #104

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				113.25	0.00
1.900	1.840	2.845	1.746	105.66	1.90
2.600	2.963	2.832	6.244	105.54	4.50
4.200	3.462	4.230	13.453	105.04	8.70
5.100	3.500	5.100	17.767	105.00	13.80
4.900	3.221	4.908	16.495	105.38	16.70
6.200	3.921	6.101	18.611	105.42	24.80
3.700	1.843	3.983	8.949	106.50	28.50
2.900	0.000	3.436	2.971	108.00	31.50
31.500		33.237	86.711		
			2.800		

Cross section #106

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				109.50	0.00
1.800	2.040	2.597	1.637	106.45	1.80
2.300	1.966	2.661	5.617	106.53	4.40
3.100	2.157	3.101	11.420	106.44	9.60
2.300	2.100	3.900	9.106	106.40	13.50
1.900	1.900	5.707	7.097	107.41	19.20
6.100	1.860	4.170	6.027	106.60	23.30
1.800	2.114	2.501	4.832	106.49	25.00
1.100	0.000	2.295	1.106	108.50	26.90
26.900		29.000	46.576		
			1.602		

Cross section F103

b	h	G	A	ELEVASI	JARAK
				100.50	0.00
2.000	2.110	2.907	2.110	100.89	2.00
2.400	2.875	2.519	5.382	100.13	4.40
3.700	2.663	3.706	10.245	100.74	8.10
4.300	2.856	4.304	11.866	100.14	12.40
5.100	3.000	5.102	14.933	100.00	17.50
2.600	2.412	2.666	7.036	100.19	20.10
2.100	1.678	2.225	4.291	100.07	22.60
1.600	0.000	2.319	1.742	100.00	23.60
23.800		25.747	57.803		
			2.245		

Cross section F011

b	h	G	A	ELEVASI	JARAK
				109.60	0.00
2.400	1.564	2.099	1.095	108.04	1.40
2.600	2.056	2.646	4.706	107.54	4.00
4.200	2.455	4.220	9.496	107.13	8.20
3.300	2.600	3.303	8.359	107.00	11.50
4.600	2.144	4.623	10.911	107.46	16.10
4.200	2.057	4.201	8.322	107.54	20.30
2.300	1.564	2.305	4.509	107.74	22.60
1.600	0.000	2.115	0.932	111.50	23.60
23.600		25.511	48.630		
			1.914		

Cross section F112

b	h	G	A	ELEVASI	JARAK
				107.05	0.00
2.000	2.110	2.907	2.110	107.64	0.00
2.400	2.476	2.426	5.507	107.27	4.40
3.700	2.663	3.706	9.507	107.09	8.10
4.300	2.633	4.300	11.366	107.12	12.40
5.100	2.750	5.101	13.719	107.00	17.50
2.600	2.412	2.622	6.711	107.34	20.10
2.100	1.678	2.225	4.295	108.17	22.60
1.600	0.000	2.319	1.747	110.59	23.60
23.600		25.666	54.581		
			1.731		

Cross section F114

b	h	G	A	ELEVASI	JARAK
				110.60	0.00
2.400	1.564	2.099	1.095	110.04	1.40
2.600	2.056	2.646	4.706	109.54	4.00
4.200	2.455	4.573	12.432	107.74	8.20
3.300	4.600	3.301	13.966	107.00	11.50
4.600	4.601	4.601	20.933	107.10	16.10
4.200	2.057	4.660	13.773	109.54	20.30
2.300	1.564	2.306	4.509	109.74	22.60
1.600	0.000	2.115	0.932	111.75	23.60
23.600		26.083	72.345		
			2.722		

Cross section F116

b	h	G	A	ELEVASI	JARAK
				111.80	0.00
2.000	2.110	2.907	2.110	110.25	2.00
2.400	2.875	2.519	5.792	109.51	4.40
3.700	3.964	3.657	10.692	107.64	8.10
4.300	4.025	4.300	11.116	107.46	12.40
5.100	4.200	5.103	20.974	107.00	17.50
2.600	2.412	2.655	8.596	108.19	20.10
2.100	1.676	2.223	4.295	109.80	22.60
1.600	0.000	2.319	1.342	112.50	23.60
23.800		26.385	73.119		
			2.771		

Cross section F118

b	h	G	A	ELEVASI	JARAK
				111.40	0.00
2.400	1.564	2.099	1.095	111.34	1.40
2.600	2.056	2.646	4.706	111.34	4.00
4.200	4.819	5.601	14.564	109.50	8.20
3.300	5.100	3.316	16.630	108.20	11.50
4.600	5.005	4.603	27.524	108.37	16.10
4.200	3.476	4.401	17.836	107.93	20.30
2.300	1.564	2.306	6.134	111.34	22.60
1.600	0.000	2.115	0.932	113.40	23.60
23.600		27.125	26.431		
			3.190		

Cross section K912

b	d	c	a	ELEVASI	JARAK
				111.35	0.00
2.000	1.798	2.688	1.798	109.15	2.00
2.400	1.893	2.400	1.413	109.12	4.40
3.700	1.697	3.705	4.612	109.30	8.10
4.300	1.967	4.300	7.875	107.03	12.40
5.100	2.500	5.100	10.118	109.60	17.50
2.600	1.892	2.603	5.049	107.12	20.10
2.100	1.678	2.110	3.735	109.72	22.20
1.600	0.000	2.319	1.340	112.30	23.50
23.800		25.234	40.854		
			1.617		

Cross section F102

b	d	c	a	ELEVASI	JARAK
				114.08	0.00
1.400	1.564	2.099	1.095	112.17	1.40
2.600	7.036	2.646	4.706	111.82	4.00
4.201	3.567	4.464	11.503	110.11	8.20
3.000	4.153	3.356	12.793	109.50	11.50
4.600	4.150	4.502	18.947	109.62	16.10
4.100	3.405	4.242	15.800	110.21	20.30
2.300	1.664	2.803	6.130	111.52	22.60
1.000	0.000	3.115	0.932	113.60	23.60
23.600		25.027	72.201		
			2.743		

Cross section F104

b	d	c	a	ELEVASI	JARAK
				113.31	0.00
2.000	2.115	2.007	1.111	111.10	2.00
2.400	2.875	2.519	5.982	110.37	4.40
3.700	2.954	3.703	10.802	110.35	8.10
4.300	3.054	4.301	10.479	110.14	12.40
5.100	3.170	5.101	13.871	110.67	17.50
2.600	2.412	2.708	7.157	110.80	20.10
2.100	2.054	2.110	4.669	111.13	22.20
1.600	0.000	2.604	1.647	113.24	23.50
23.800		25.872	61.293		
			3.581		

Cross section F106

b	d	c	a	ELEVASI	JARAK
				114.01	0.00
1.400	1.840	2.014	1.289	112.17	1.40
2.600	2.036	2.607	3.067	111.95	4.00
4.200	3.730	4.537	12.239	110.24	8.20
3.000	3.920	3.707	12.692	110.60	11.50
4.600	3.875	4.600	17.929	110.14	16.10
4.100	2.057	4.577	12.457	111.65	20.30
2.300	1.664	2.308	4.505	112.15	22.60
1.000	0.000	2.115	0.932	114.25	23.60
23.600		26.063	67.114		
			2.546		

Cross section K108

b	d	c	a	ELEVASI	JARAK
				115.77	0.00
2.400	2.689	2.573	1.117	114.14	2.40
3.100	2.456	2.303	6.457	112.37	5.10
2.500	2.442	2.500	5.477	110.17	8.00
6.300	5.140	7.316	11.779	110.34	14.30
5.500	4.565	5.503	23.719	110.00	20.30
7.200	2.223	7.704	25.877	111.61	27.00
2.800	2.116	2.802	8.075	112.71	30.30
3.100	0.000	3.752	8.260	115.86	33.40
33.400		35.717	107.495		
			2.897		

Cross section K107

b	d	c	a	ELEVASI	JARAK
				115.70	0.00
1.400	2.157	2.177	1.168	113.14	2.40
2.600	4.657	3.710	9.333	112.28	5.00
4.600	3.045	5.104	26.130	109.85	9.60
4.500	3.140	4.901	39.656	109.76	14.30
5.800	7.357	6.804	54.512	110.01	21.30
3.800	4.441	5.171	23.743	113.46	25.15
4.500	1.664	5.181	14.571	115.94	25.70
1.400	0.000	2.412	1.375	117.90	31.10
31.100		37.630	175.395		
			4.737		

Cross section P132

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				116.34	0.00
1.900	1.855	2.655	1.762	112.89	1.30
2.600	2.047	2.607	5.097	112.15	4.50
4.200	2.654	4.244	9.892	112.09	8.70
5.100	3.080	5.116	14.571	111.68	13.80
4.900	2.533	4.928	13.703	111.21	19.70
6.200	2.113	6.214	14.407	112.67	24.90
3.700	2.576	3.729	8.675	112.16	28.80
2.900	0.000	3.879	3.775	114.74	31.50
31.500		31.500	71.770		

Cross section P134

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				116.41	0.00
1.800	2.046	2.597	1.657	113.91	1.80
2.500	2.860	2.717	6.875	112.20	4.40
5.200	3.144	5.207	15.623	111.92	9.60
3.900	3.200	3.900	12.371	111.86	13.50
5.700	2.045	5.702	17.801	112.01	19.20
4.100	3.314	4.100	12.423	112.05	25.30
7.900	2.014	2.893	6.285	113.05	25.80
1.100	0.000	2.295	1.100	115.06	26.90
26.900		26.900	74.123		

2.120

Cross section P135

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				114.10	0.00
2.000	2.110	2.907	2.110	114.10	7.00
2.400	2.045	2.401	4.736	114.10	4.40
3.700	2.336	3.711	8.105	113.87	8.10
4.300	2.430	4.301	10.147	113.74	12.40
5.100	2.076	5.115	11.788	114.10	17.50
2.600	1.974	2.601	5.793	114.10	20.10
2.100	1.842	2.106	3.797	114.10	22.00
1.600	0.000	2.097	1.714	115.17	23.50
23.500		23.500	47.115		

1.800

Cross section P136

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				116.82	0.00
1.400	1.951	2.089	1.086	115.07	1.40
2.500	2.055	2.549	4.689	114.56	4.00
4.700	2.200	4.707	8.900	114.42	8.20
2.300	2.350	2.304	7.924	114.26	11.50
4.500	2.144	4.505	10.757	114.48	16.10
4.100	2.103	4.266	8.919	114.52	20.30
2.700	1.964	2.712	4.562	114.76	22.80
1.600	0.000	2.115	0.932	117.87	23.80
23.800		23.800	47.408		

1.845

Cross section P137

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				116.14	0.00
1.900	1.884	2.600	1.656	113.66	1.30
2.100	2.517	2.191	4.621	113.10	4.50
3.300	3.179	2.362	7.100	113.15	9.10
3.800	3.210	3.800	12.125	113.10	11.40
4.200	3.056	4.203	12.154	114.70	15.20
2.900	2.274	3.017	7.604	115.10	18.10
1.800	3.001	1.961	4.100	114.84	19.50
1.200	0.000	3.212	1.600	117.84	21.10
21.100		21.100	51.171		

1.800

Cross section P138

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				118.15	0.00
1.700	1.745	1.770	0.748	117.10	1.20
2.100	3.044	2.505	4.019	116.00	3.90
2.700	3.316	3.311	5.445	115.90	7.10
2.100	2.450	2.107	7.387	116.50	10.30
4.100	2.460	4.100	9.949	115.55	14.40
2.700	1.980	3.505	7.684	116.76	17.40
2.400	2.817	2.400	4.806	116.23	20.70
1.300	0.000	2.097	1.100	118.69	21.40
21.400		21.400	44.149		

1.869

Cross section P144

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				119.83	0.00
1.400	3.047	3.353	2.133	116.50	1.40
2.000	3.334	2.020	6.361	115.92	3.40
3.000	3.644	3.016	10.467	115.41	6.40
3.500	3.830	3.505	13.979	115.42	9.90
4.000	3.111	4.064	13.982	116.14	13.90
2.500	2.477	2.579	6.985	116.77	16.40
1.500	3.799	1.999	4.707	115.46	17.90
1.000	0.000	3.928	1.900	119.25	18.90
18.900		24.466	59.534		
			2.433		

Cross section P146

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				119.86	0.00
1.000	3.005	3.167	1.507	116.86	1.00
2.500	2.669	2.322	7.093	117.19	3.50
3.000	3.555	3.125	9.336	116.31	6.50
3.000	3.656	3.041	9.920	116.60	9.50
3.500	3.730	3.564	11.879	116.13	13.00
3.500	2.567	3.658	11.195	117.19	16.50
2.000	3.221	2.075	5.868	116.64	16.50
1.000	0.000	3.373	1.611	120.11	19.50
19.500		24.528	58.423		
			2.382		

Cross section P148

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				121.56	0.00
2.000	1.657	2.597	1.657	119.63	2.00
2.400	2.476	2.536	4.960	119.11	4.40
3.700	2.663	3.705	9.567	117.53	8.10
4.300	3.784	4.444	12.861	116.71	12.40
5.100	3.600	5.100	19.379	116.35	17.50
2.600	2.412	2.947	6.675	116.06	19.10
2.100	1.673	2.325	4.055	119.81	22.10
1.600	0.000	2.319	1.740	121.44	23.70
23.800		25.877	67.115		
			2.475		

Cross section K119

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				121.25	0.00
1.400	1.504	2.099	1.035	119.45	1.40
2.600	2.056	2.646	4.705	118.98	4.00
4.000	3.476	4.434	11.617	117.56	8.20
3.700	3.690	3.302	11.659	117.45	11.50
4.600	3.047	4.632	15.265	117.99	16.10
6.100	1.657	4.115	16.716	118.98	20.30
3.000	1.654	2.700	4.509	119.13	23.60
1.000	0.000	2.115	1.733	121.04	25.60
25.600		27.351	61.435		
			2.747		

Cross section P152

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				121.14	0.00
2.000	2.110	2.907	2.110	119.38	2.00
2.600	2.875	2.514	5.662	118.51	4.60
3.700	3.154	3.711	11.154	118.14	8.30
4.300	3.220	4.301	13.704	117.67	12.60
5.100	3.066	5.100	16.029	118.11	17.70
2.600	2.412	2.661	7.101	116.73	19.30
2.100	1.675	2.325	4.055	119.81	22.30
1.600	0.000	2.319	1.740	121.44	23.90
23.800		25.754	61.717		
			2.392		

Cross section P154

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				121.76	0.00
1.500	1.554	2.099	1.035	119.95	1.50
2.600	2.056	2.646	4.705	119.45	4.00
4.000	3.476	4.434	11.617	118.59	8.20
3.700	3.690	3.303	11.674	118.45	11.50
4.600	2.965	4.604	13.328	118.65	16.10
6.200	1.421	4.222	11.191	119.09	20.30
3.000	1.664	2.706	4.528	119.65	22.60
1.000	0.000	2.115	0.930	121.51	25.60
25.600		25.546	56.720		
			2.212		

Cross section P151

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				123.30	0.00
2.000	1.796	2.682	1.796	120.67	2.00
2.400	1.883	2.402	4.415	120.55	4.40
3.700	2.574	3.764	8.345	119.88	8.10
4.300	3.197	4.345	12.408	119.23	12.40
5.100	3.220	5.100	16.763	119.21	17.50
2.600	1.882	2.924	6.633	120.55	20.10
2.100	1.678	2.110	3.738	120.75	22.20
1.600	0.000	2.319	1.342	122.47	23.50
23.800		25.651	94.940		
			2.147		

Cross section P152

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				123.33	0.00
1.400	1.564	2.099	1.095	121.53	1.40
2.600	2.056	2.646	4.706	121.03	4.00
4.200	3.420	4.416	11.500	119.67	8.20
3.300	3.540	3.302	11.464	119.55	11.50
4.800	3.257	4.809	15.633	119.83	16.10
4.200	3.466	4.205	14.118	119.62	20.30
2.700	1.854	2.803	5.130	121.23	22.60
1.200	0.000	2.115	0.932	123.09	23.60
23.500		26.195	65.597		
			2.504		

Cross section K016

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				123.15	0.00
2.000	2.110	2.907	2.110	121.54	2.00
2.400	2.875	2.519	5.992	120.66	4.40
3.700	2.964	3.701	10.882	120.75	8.10
4.300	3.054	4.301	12.979	120.71	12.40
5.100	3.210	5.102	15.973	120.64	17.50
2.600	2.412	2.720	7.269	121.14	20.10
2.100	2.054	2.130	4.689	121.70	22.20
1.600	0.000	2.604	1.643	123.78	23.50
23.800		25.964	61.447		
			2.761		

Cross section P162

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				124.25	0.00
1.400	1.842	2.314	1.289	122.03	1.40
2.600	2.056	2.509	5.067	121.81	4.00
4.200	2.864	4.277	10.332	121.01	8.20
3.300	3.000	3.303	9.676	120.87	11.50
4.800	2.793	4.605	13.324	121.08	16.10
4.200	2.717	4.264	10.185	121.31	20.30
1.300	1.914	2.303	4.509	122.61	22.60
1.200	0.000	2.115	1.972	123.67	23.60
23.500		25.994	55.114		
			2.141		

Cross section P164

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				124.46	0.00
2.400	1.589	2.405	1.589	121.19	2.40
3.100	2.247	3.100	3.100	120.90	5.50
2.500	2.053	2.502	1.178	121.14	8.00
6.800	2.390	6.806	15.116	121.19	14.80
5.500	2.546	5.503	12.474	121.19	17.30
7.200	2.223	7.200	15.728	121.17	22.50
2.800	2.118	2.800	5.170	121.19	26.30
3.100	0.000	3.753	2.280	124.19	33.40
33.400		34.680	66.108		
			2.675		

Cross section P166

b	H	D	A	ELEVASI	JARAK
				125.46	0.00
2.400	1.589	2.405	1.589	123.62	2.40
3.600	2.117	3.619	5.440	122.60	6.00
4.900	2.750	4.901	12.457	122.59	9.90
4.900	1.970	4.901	11.896	121.42	14.80
1.600	2.741	6.990	14.431	122.54	21.30
3.600	2.463	1.606	10.137	121.88	23.15
4.500	1.964	4.500	10.641	121.38	29.70
1.200	0.000	2.412	1.375	125.34	31.10
31.100		32.141	31.656		
			1.073		

Cross section P165

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
				125.45	0.00
1.900	1.855	2.655	1.761	124.77	1.80
2.600	2.047	2.607	5.073	124.17	4.30
4.200	2.654	4.244	9.877	123.57	8.70
5.100	3.220	5.131	14.975	122.97	12.80
4.900	3.136	4.901	15.572	122.36	18.70
6.200	2.113	6.284	18.271	121.71	24.90
3.700	2.576	3.729	5.571	121.14	25.60
2.900	0.000	3.879	3.771	120.52	31.50
31.500		33.437	75.941		
			2.272		

Cross section K217

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
				127.78	0.00
1.600	2.046	2.597	1.637	124.75	1.80
2.800	2.865	2.917	6.375	123.75	4.40
3.200	3.144	3.267	15.627	123.17	9.80
3.900	3.410	3.909	12.780	123.46	13.50
5.700	3.946	5.712	18.400	123.76	19.70
4.100	3.014	4.100	12.433	123.50	23.30
2.500	2.814	2.697	6.265	124.30	25.80
1.100	1.000	2.255	1.145	125.81	26.90
26.900		29.430	75.171		
			2.555		

Cross section P172

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
				127.45	0.00
2.000	1.547	2.528	1.547	125.77	2.00
2.400	2.045	2.451	4.710	125.38	4.40
3.700	2.336	3.311	8.165	124.78	8.10
4.300	3.270	4.400	12.057	124.15	12.60
5.100	2.036	5.247	10.577	123.50	18.50
2.600	1.974	2.601	5.117	123.35	20.10
2.100	1.643	2.125	1.791	123.45	22.20
1.600	0.000	2.293	1.714	123.71	23.80
23.800		25.358	48.664		
			1.467		

Cross section P174

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
				127.45	0.00
1.900	1.821	1.995	0.995	125.77	1.80
2.500	2.056	2.678	4.520	125.13	4.00
4.200	2.300	4.202	8.535	124.59	8.20
3.100	2.350	3.303	7.507	124.84	11.50
4.600	2.144	4.605	10.735	123.85	16.10
4.000	2.102	4.200	8.919	123.69	20.30
2.000	1.778	2.119	4.151	123.65	22.80
1.700	0.000	2.255	2.255	124.19	23.50
23.500		25.184	56.782		
			1.433		

Cross section P175

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
				125.15	0.00
1.800	1.884	2.666	1.884	126.13	1.80
2.100	2.517	2.193	4.671	125.64	3.90
3.300	2.644	3.302	8.516	125.82	9.20
3.800	2.810	3.804	10.763	125.35	11.90
4.200	3.413	4.218	10.988	125.25	15.20
2.900	2.224	2.906	5.124	125.54	17.10
1.800	1.467	1.953	1.953	126.19	18.80
1.200	0.000	1.895	0.895	126.79	20.10
21.100		22.878	48.664		
			2.412		

Cross section P178

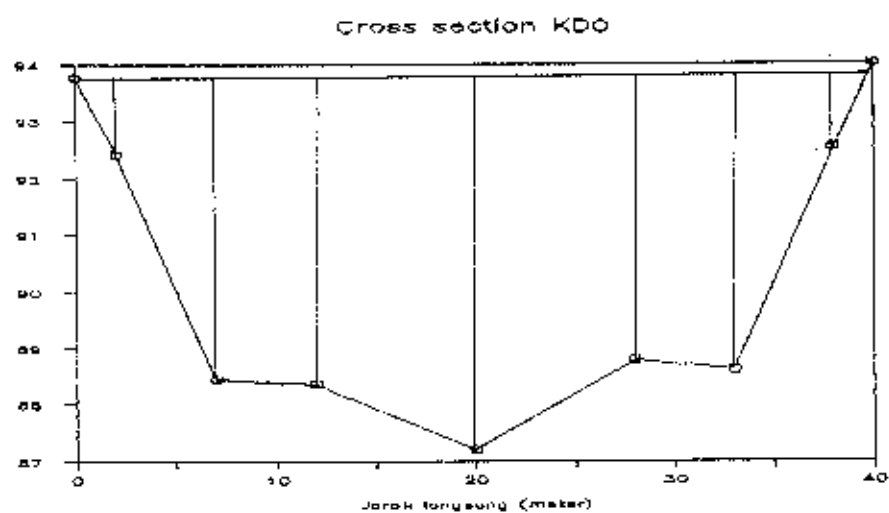
b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
				123.75	0.00
1.200	1.455	1.887	0.874	124.19	1.20
2.300	2.249	2.433	4.751	126.40	3.50
2.700	2.516	2.711	8.445	126.33	7.20
3.100	2.457	3.147	9.115	125.72	10.30
4.100	2.920	4.110	12.240	125.63	14.40
1.500	1.938	3.649	8.764	125.66	17.90
1.400	2.207	1.400	0.805	125.60	20.30
1.100	0.000	2.197	2.197	125.65	21.40
21.400		22.661	48.664		
			2.039		

Cross section #518

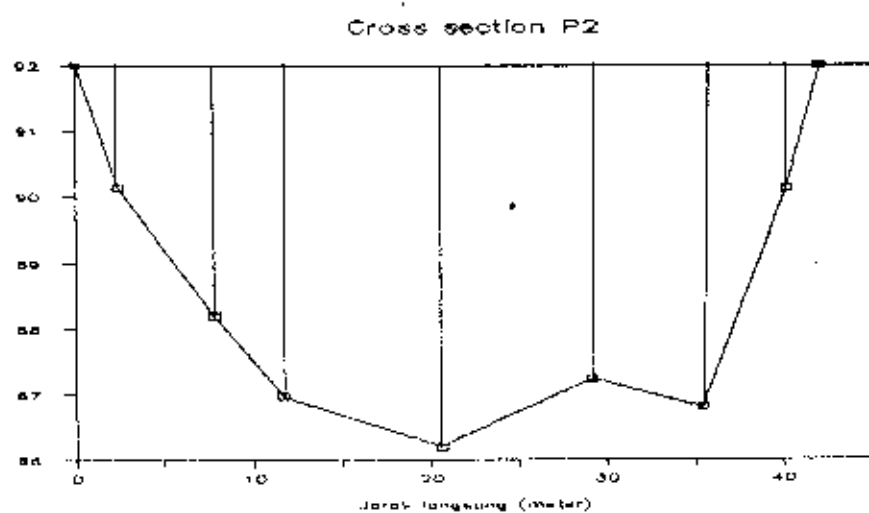
Cross section #537

b	F	Q	A	E (1000)	Wt	b	F	Q	A	E (1000)	Wt
				125.1	1.00					125.1	0.00
1.400	1.550	2.050	1.125	127.50	1.40	1.400	1.550	2.050	1.125	127.50	1.40
2.000	2.044	2.586	1.170	127.80	1.80	2.000	2.044	2.586	1.170	127.80	1.80
3.000	2.553	3.123	1.204	127.94	2.40	3.000	2.553	3.123	1.204	127.94	2.40
3.500	2.900	3.118	1.220	128.00	2.70	3.500	2.900	3.118	1.220	128.00	2.70
4.000	3.274	3.110	1.234	128.00	3.00	4.000	3.274	3.110	1.234	128.00	3.00
4.500	3.677	2.918	1.234	128.00	3.30	4.500	3.677	2.918	1.234	128.00	3.30
5.000	4.231	2.550	1.210	127.80	3.60	5.000	4.231	2.550	1.210	127.80	3.60
5.500	4.900	2.050	1.125	125.1	3.90	5.500	4.900	2.050	1.125	125.1	3.90
10.900		20.777	4.170			10.900		20.777	4.170		
			7.000						7.000		

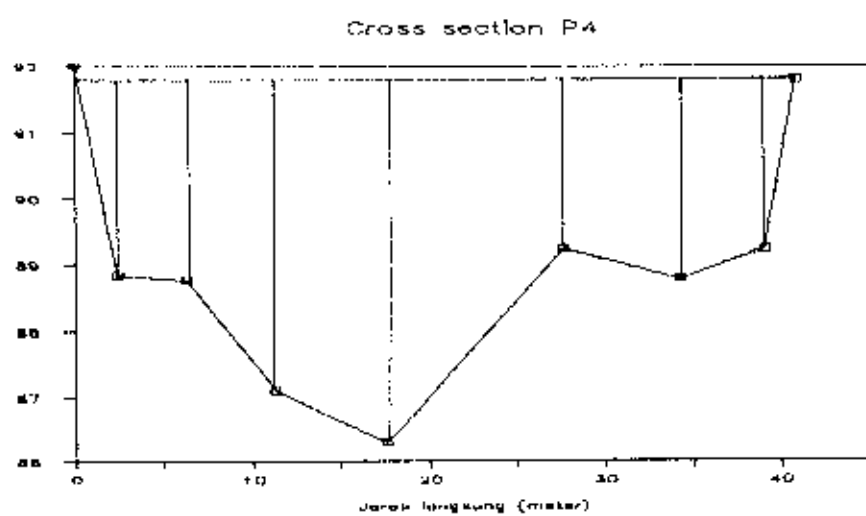
Elevasi



Elevasi

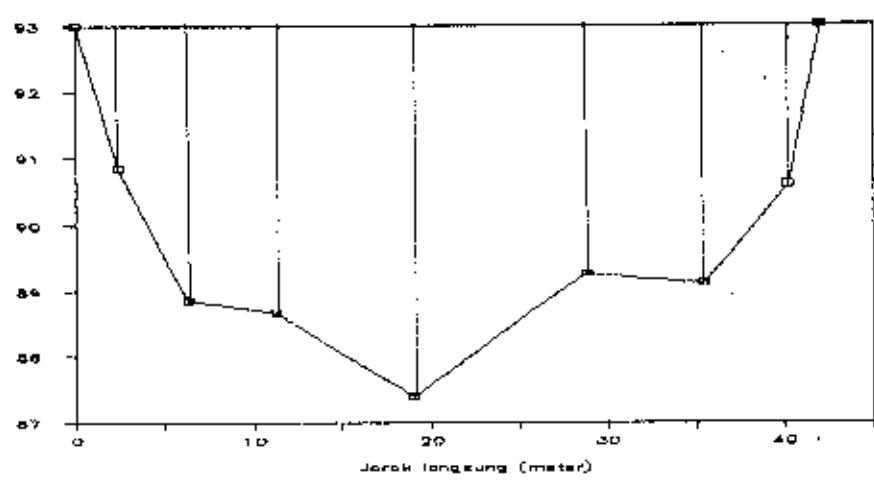


Elevasi



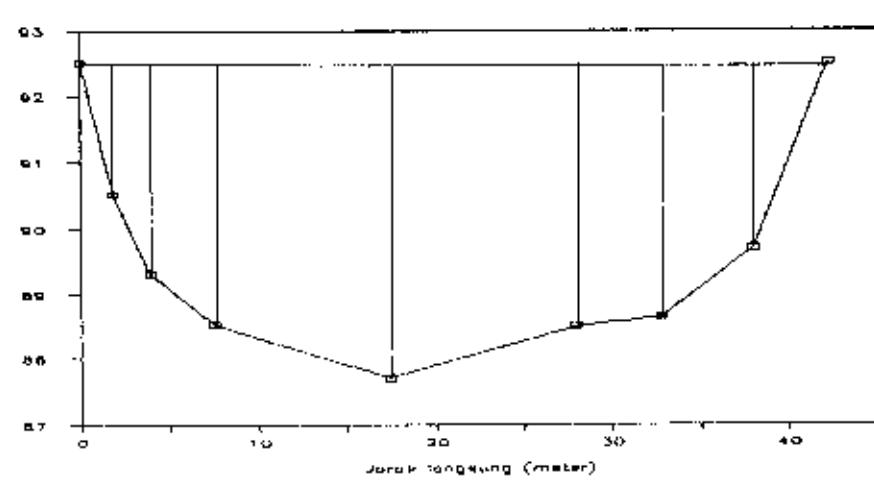
Cross

Cross section P6



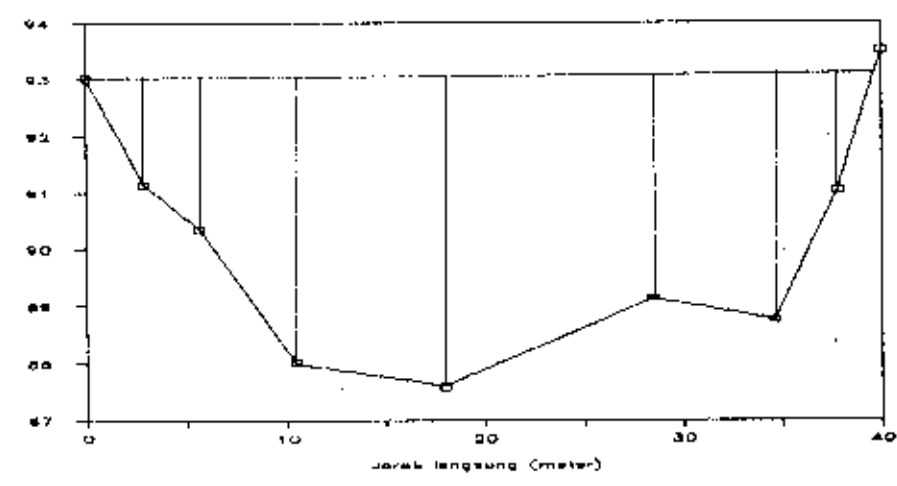
Cross

Cross section P8



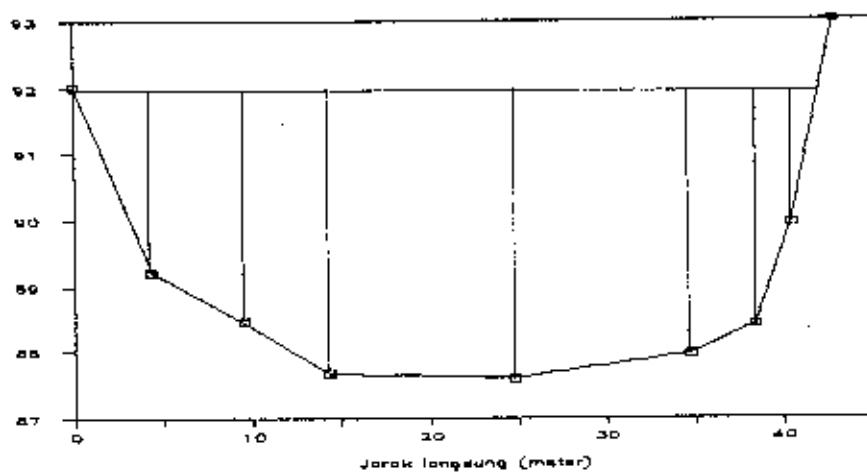
Cross

Cross section KD1



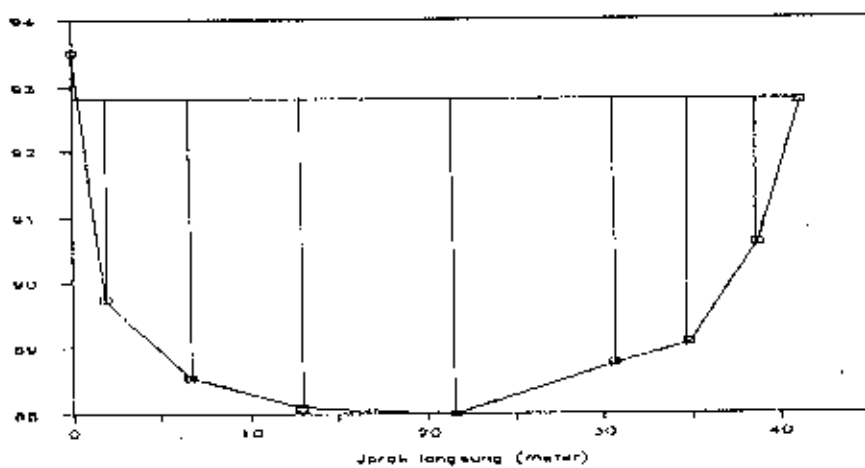
Elevasi

Cross section P12



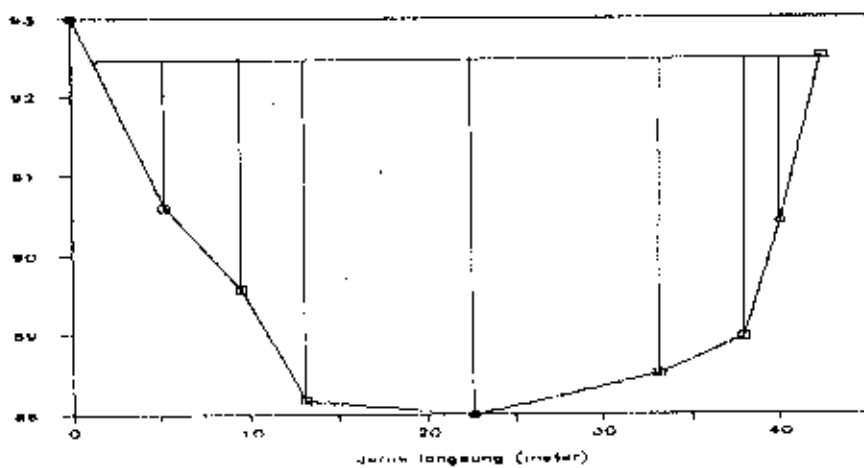
Elevasi

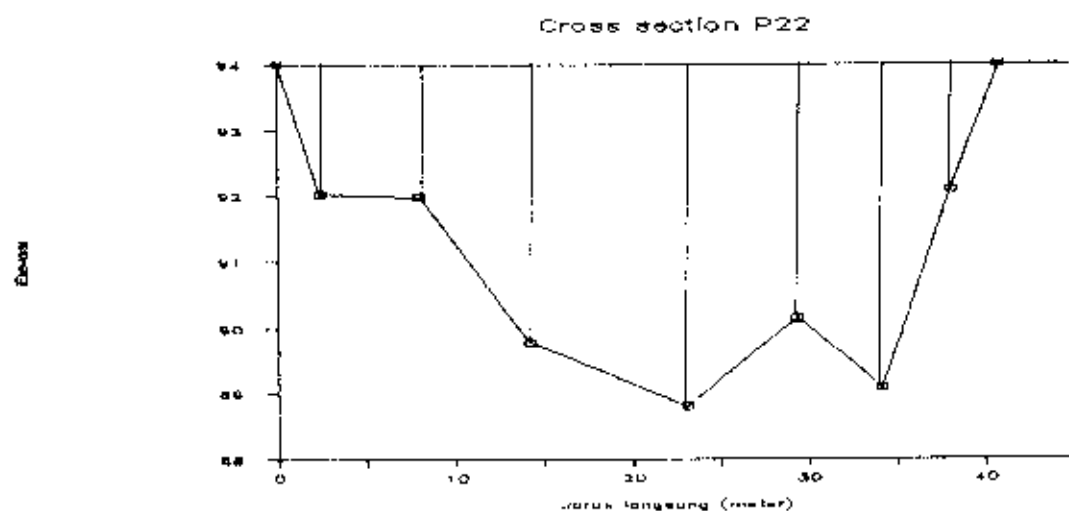
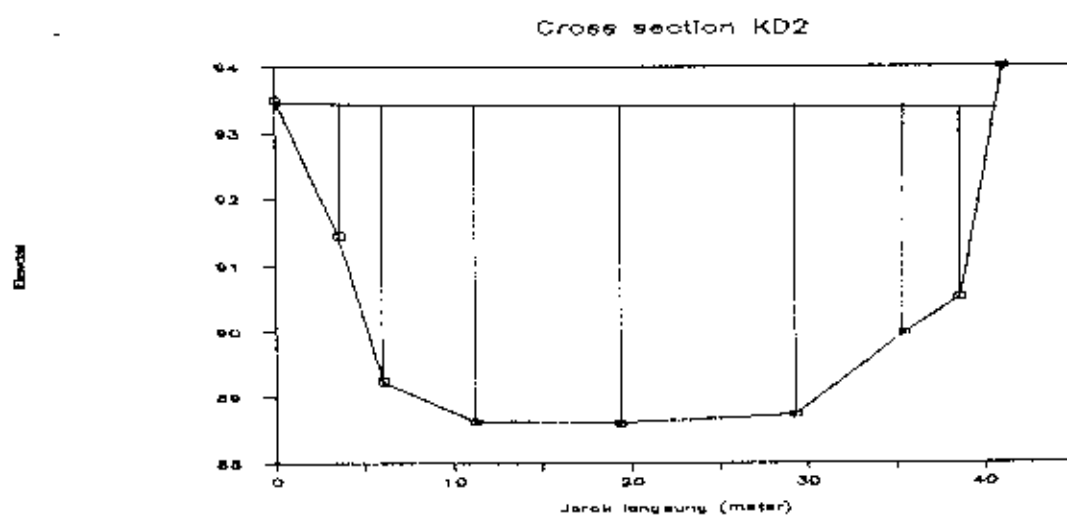
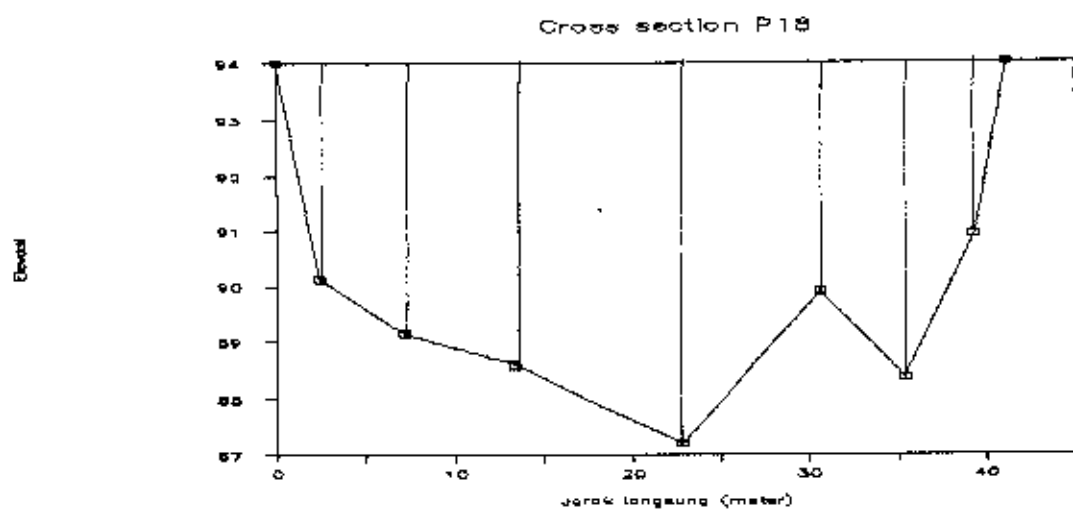
Cross section P14



Elevasi

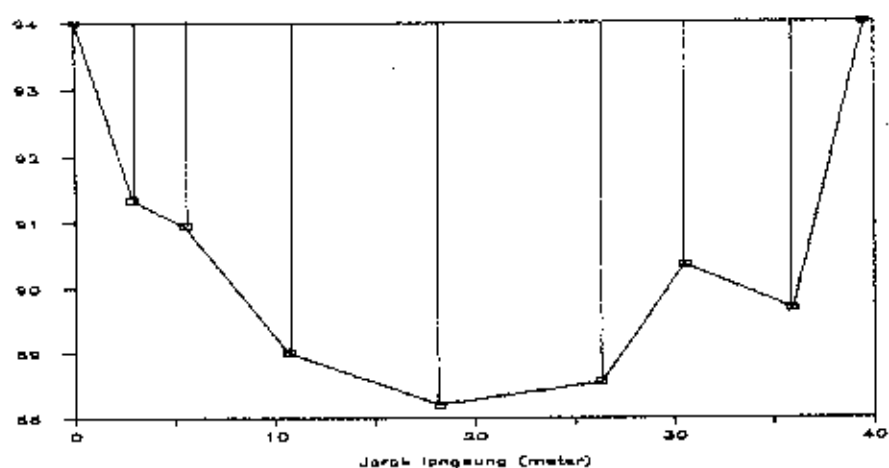
Cross section P16





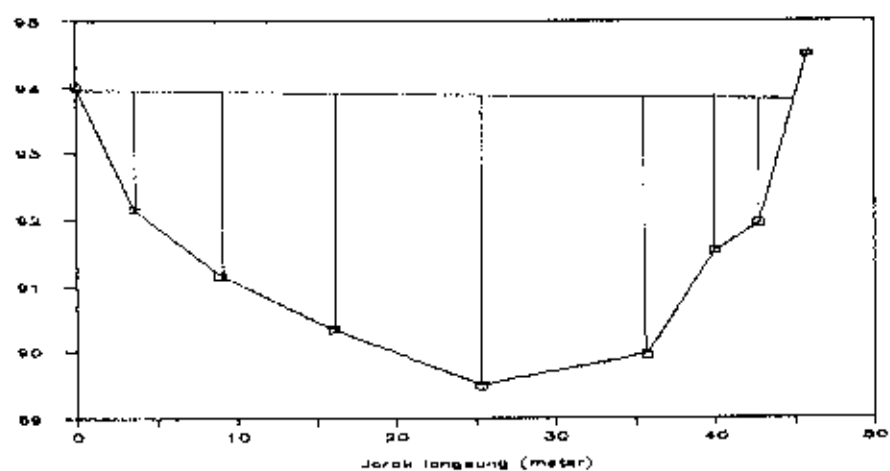
Elevasi

Cross section P24



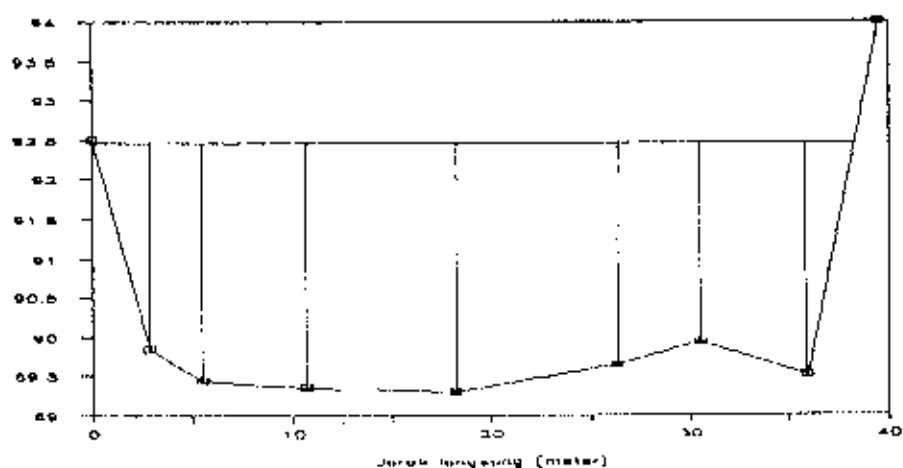
Elevasi

Cross section P26

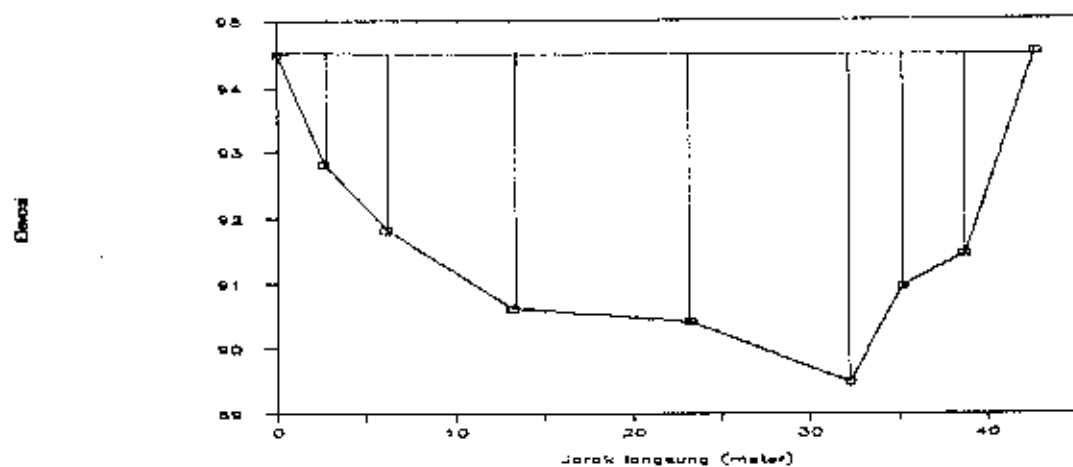


Elevasi

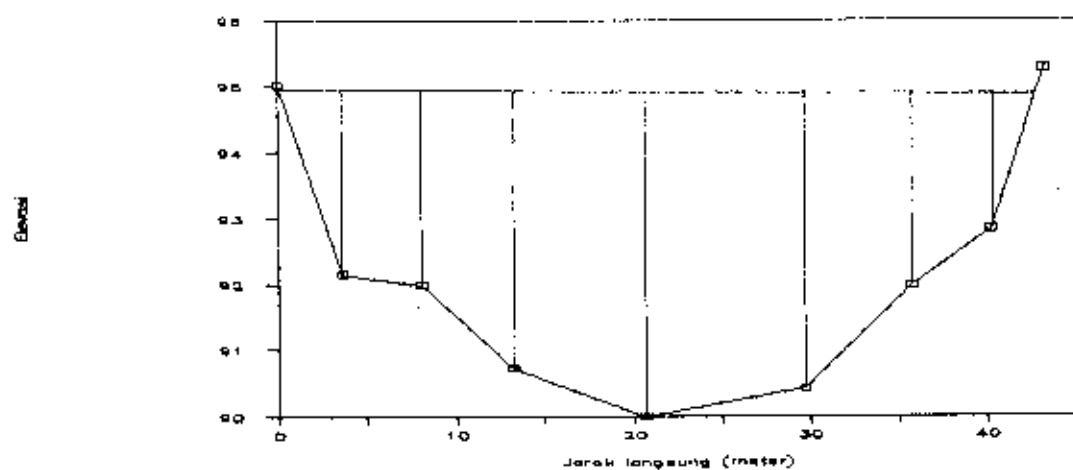
Cross section P28



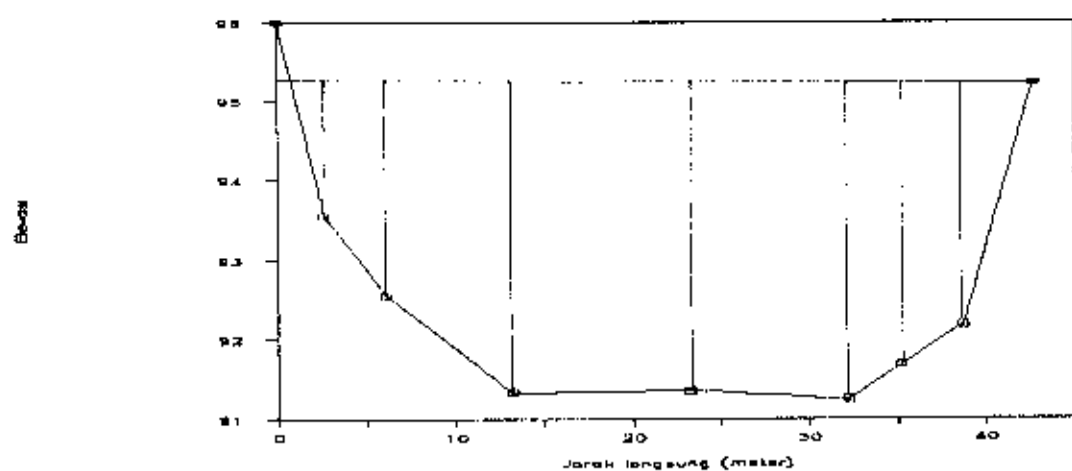
Cross section KD3



Cross section P32

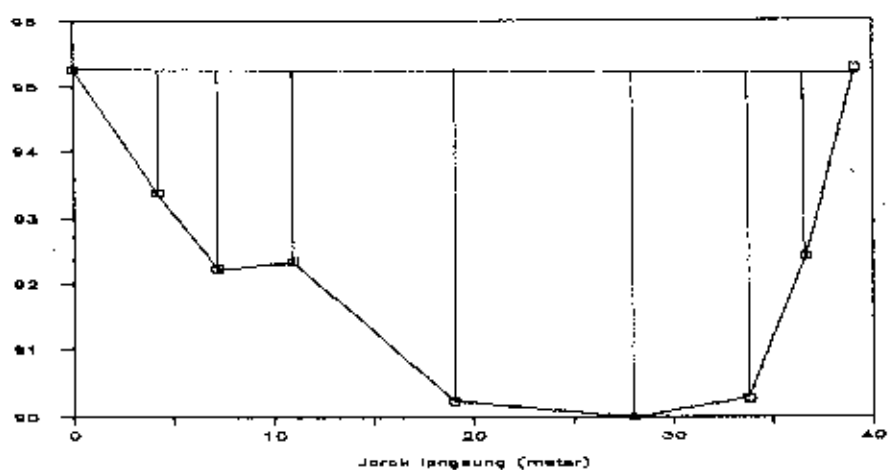


Cross section P34



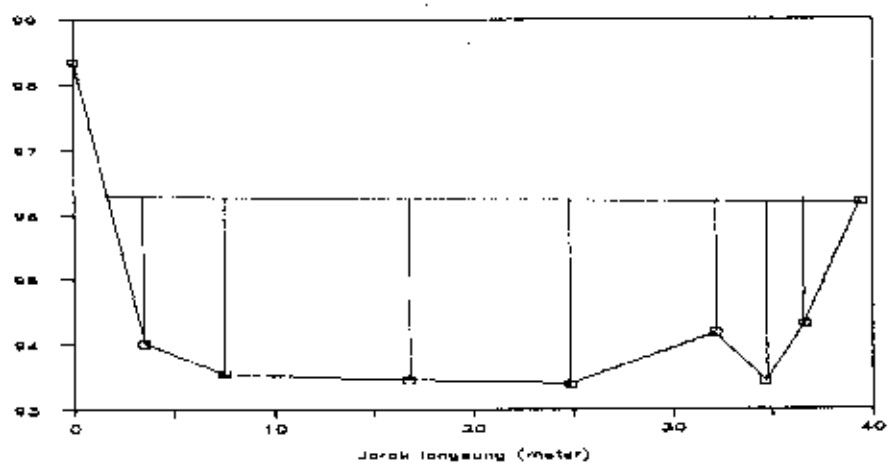
Detail

Cross section P30



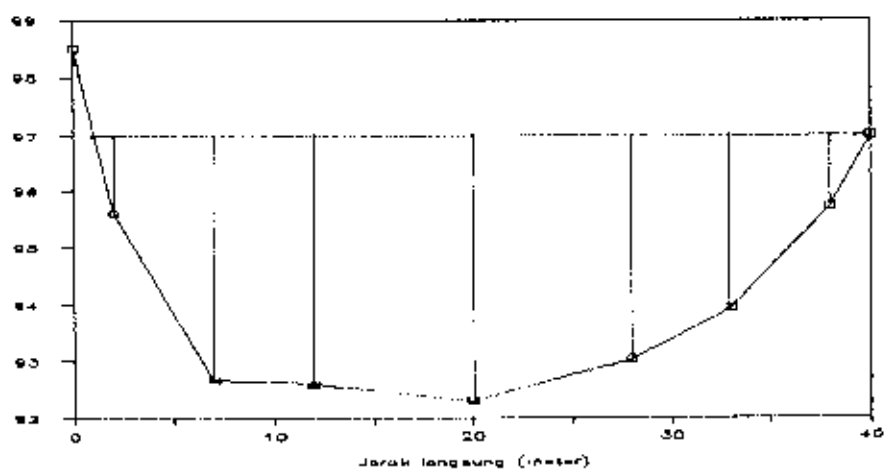
Detail

Cross section P38

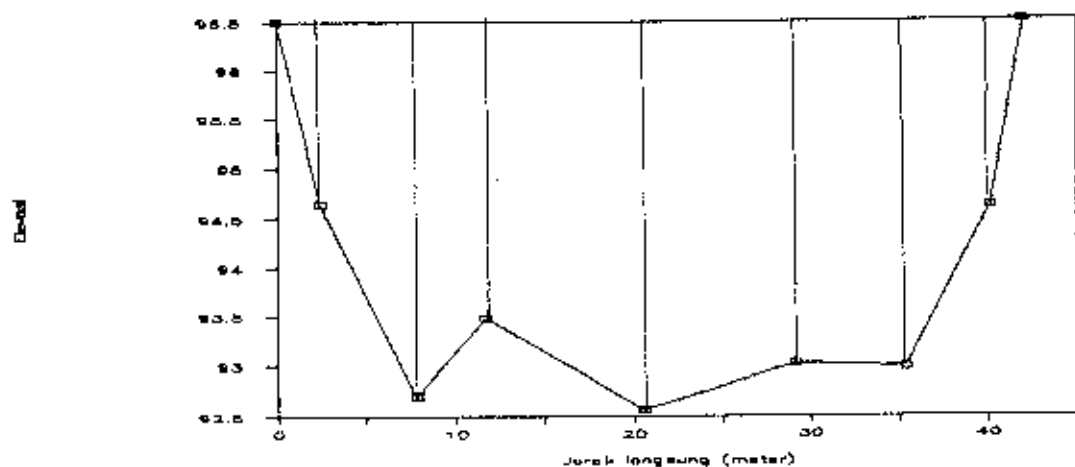


Detail

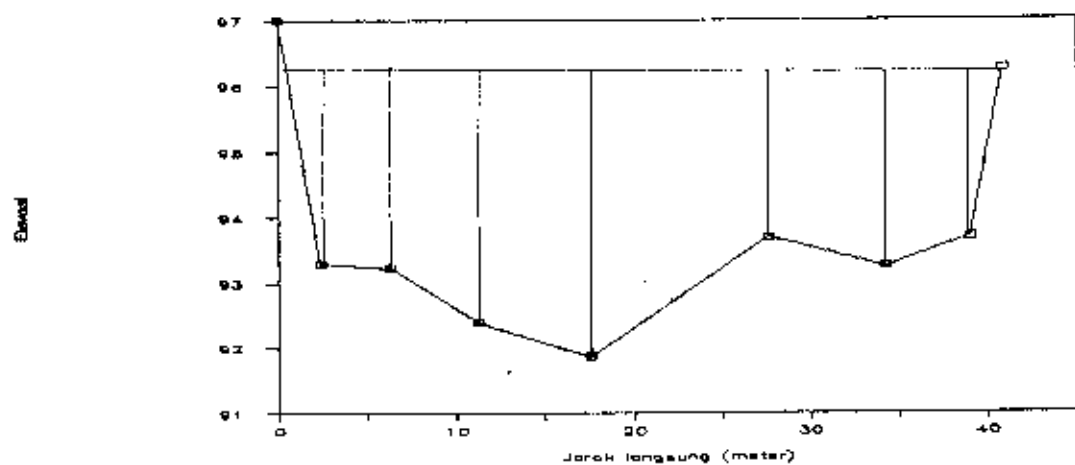
Cross section KD4



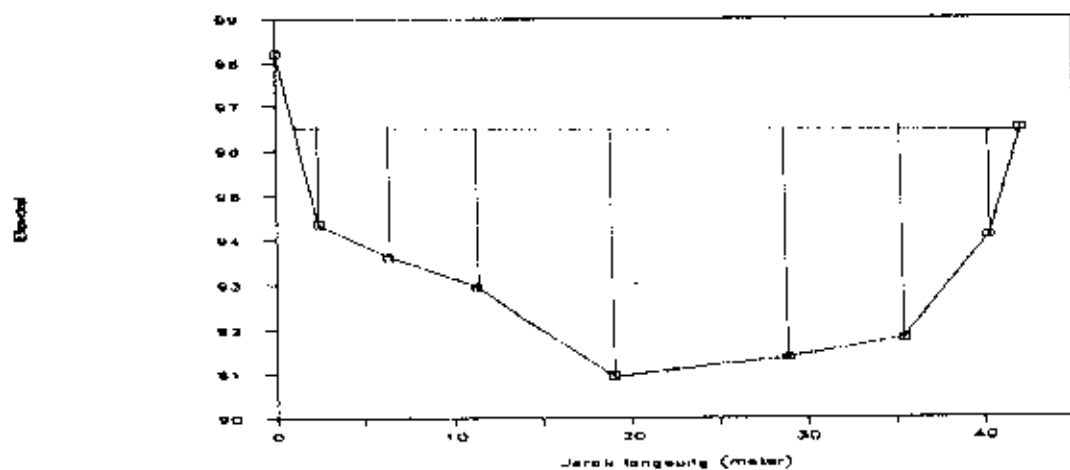
Cross section P42



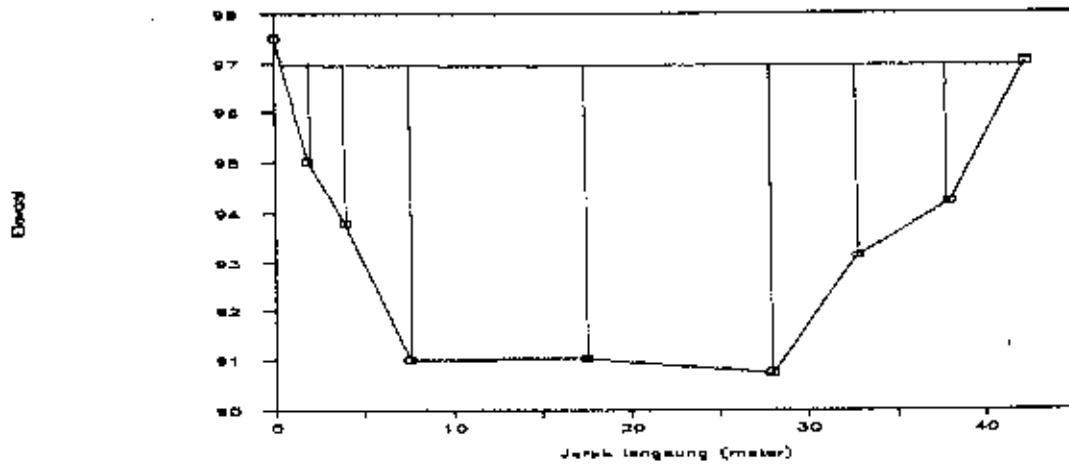
Cross section P44



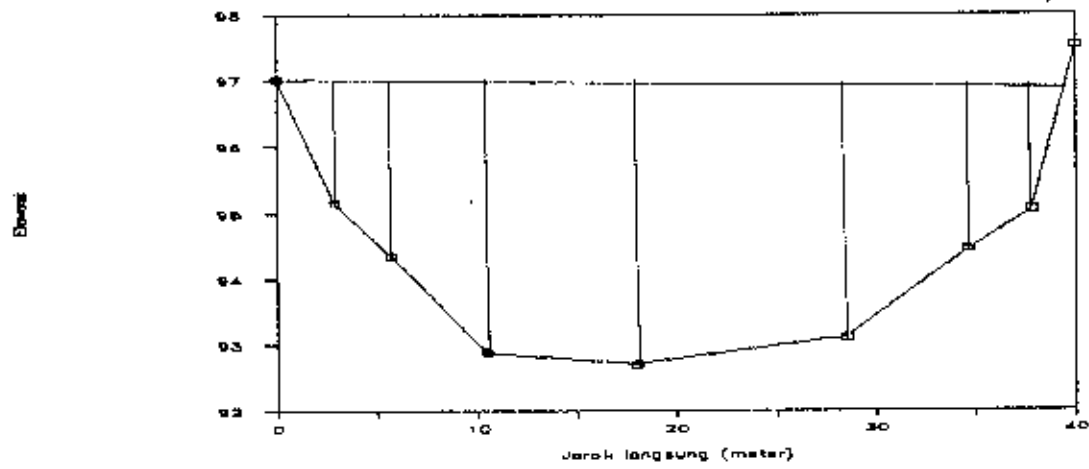
Cross section P46



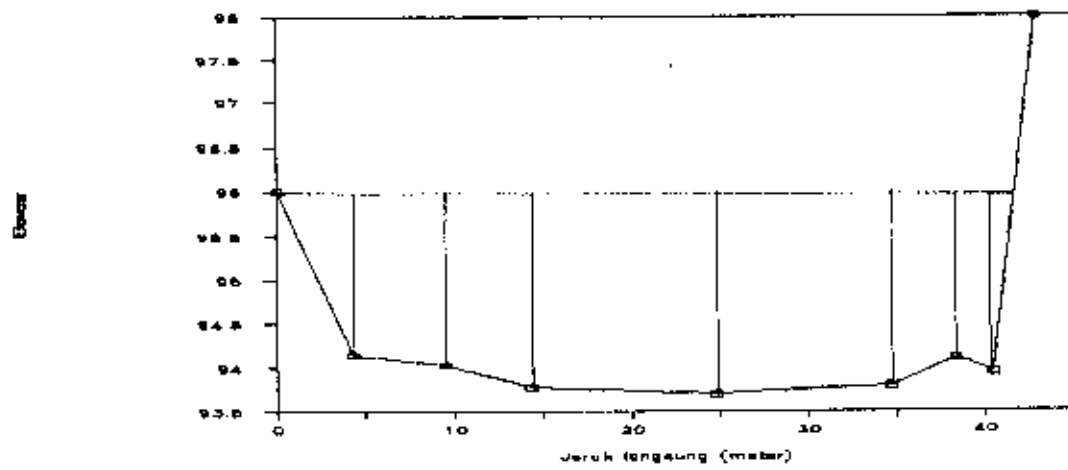
Cross section P48



Cross section KD5

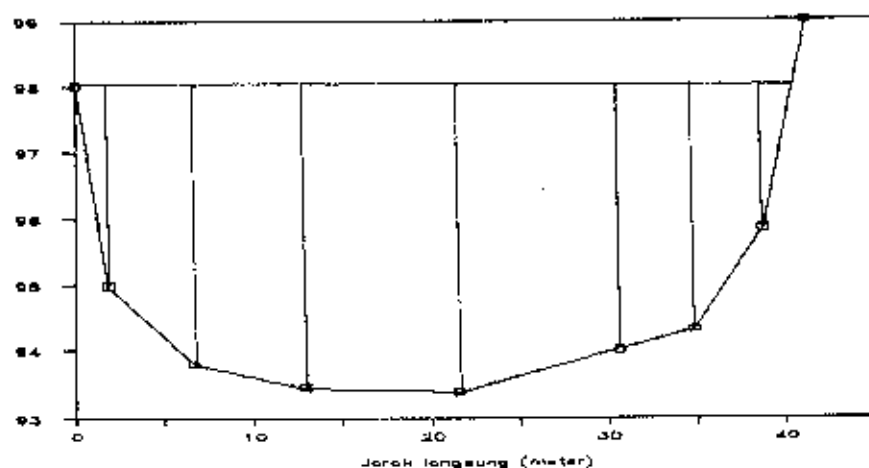


Cross section P52



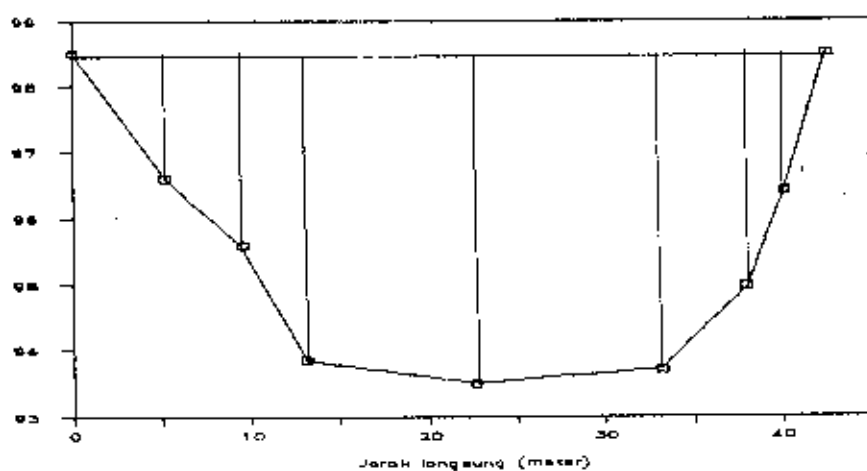
Elevasi

Cross section P54



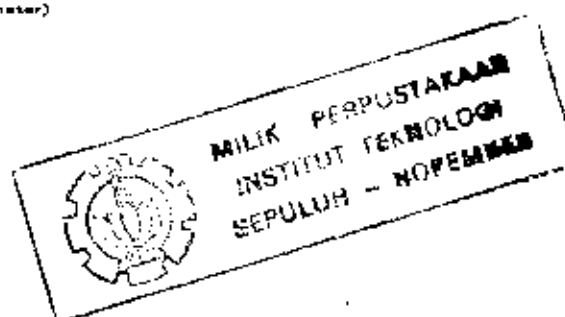
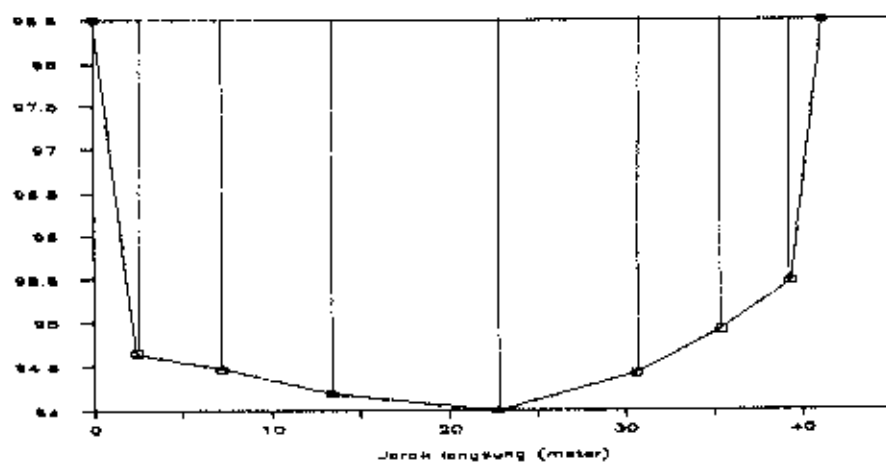
Elevasi

Cross section P56

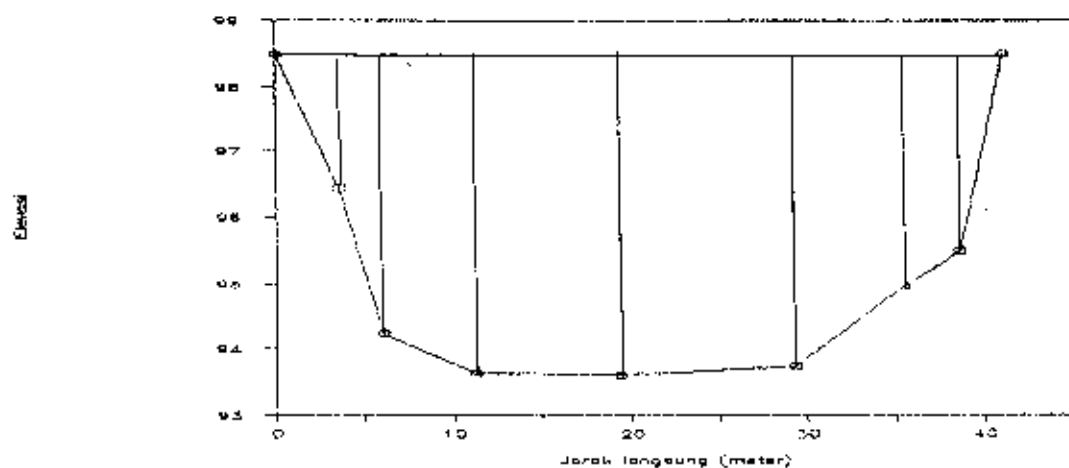


Elevasi

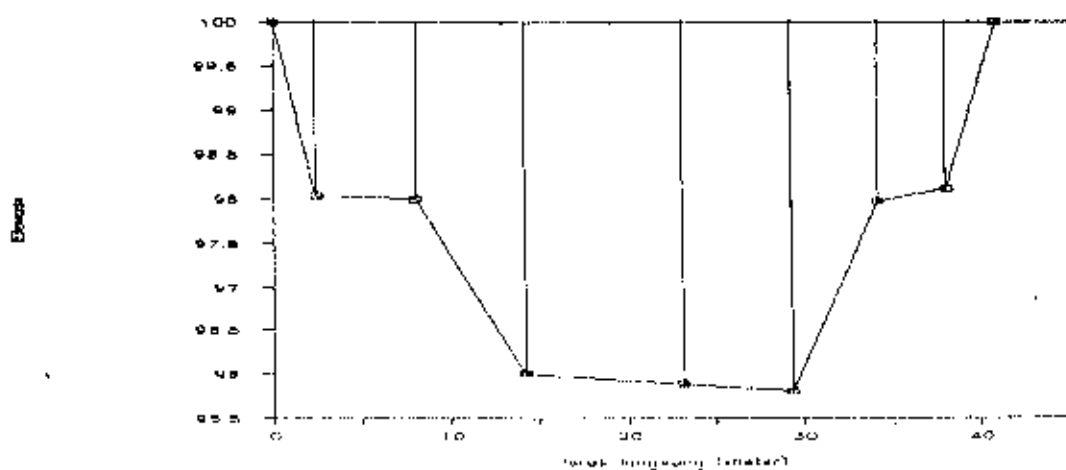
Cross section P58



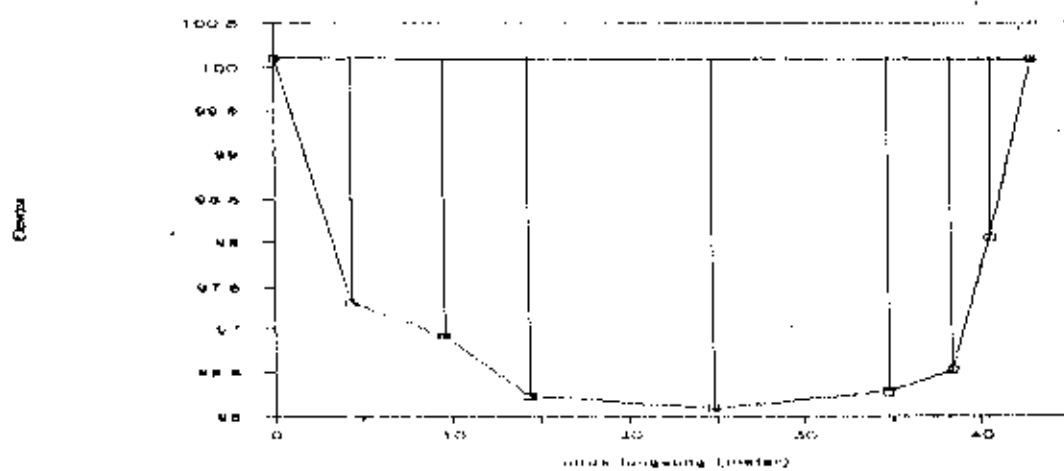
Cross section K05



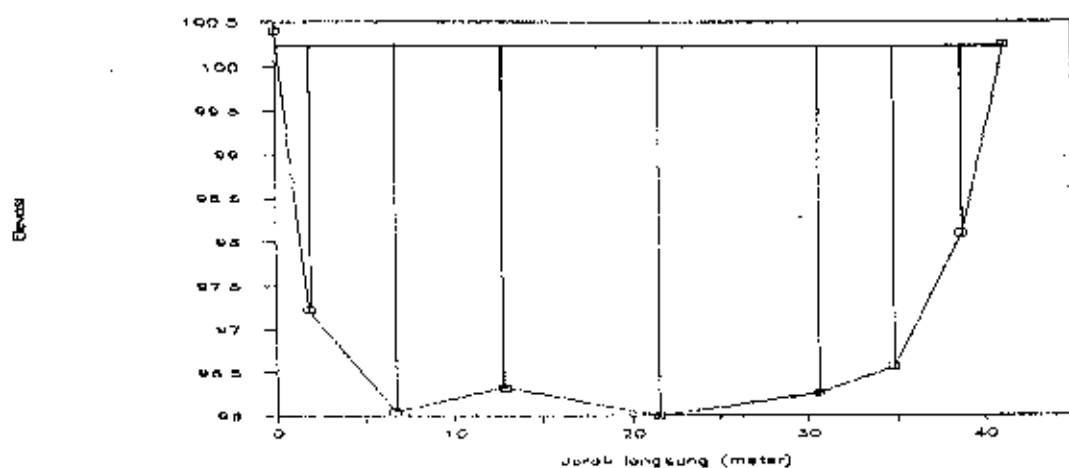
Cross section P62



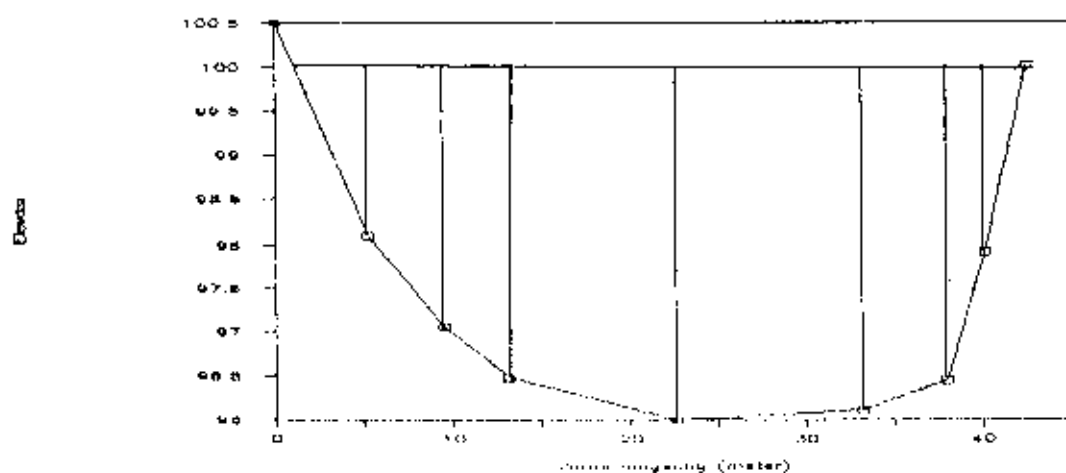
Cross section P64



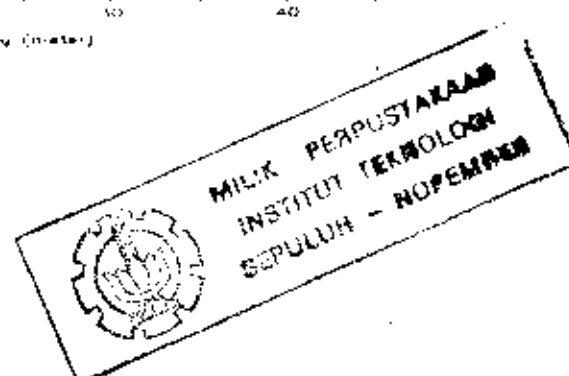
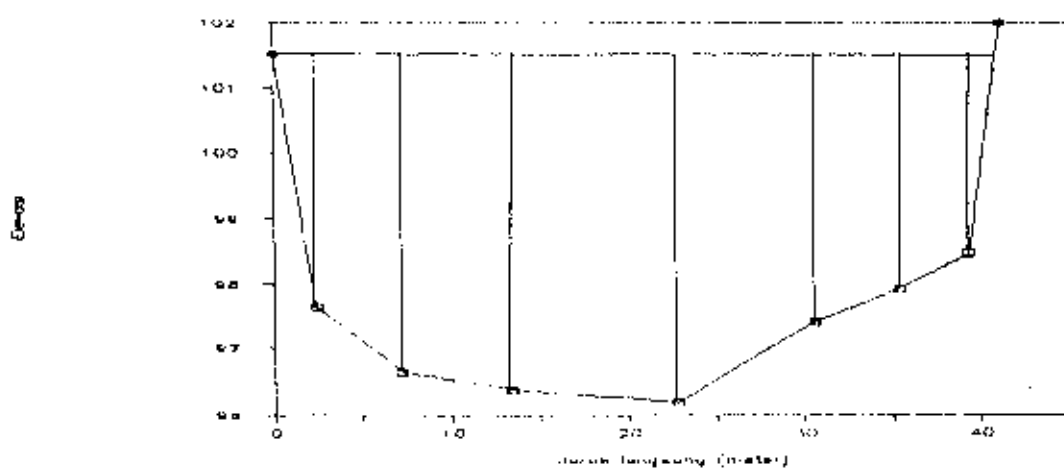
Cross section P66



Cross section P68

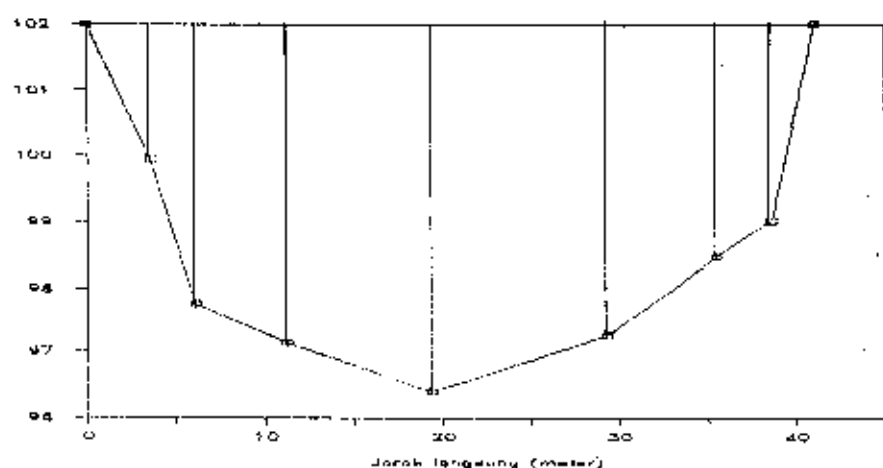


Cross section K27



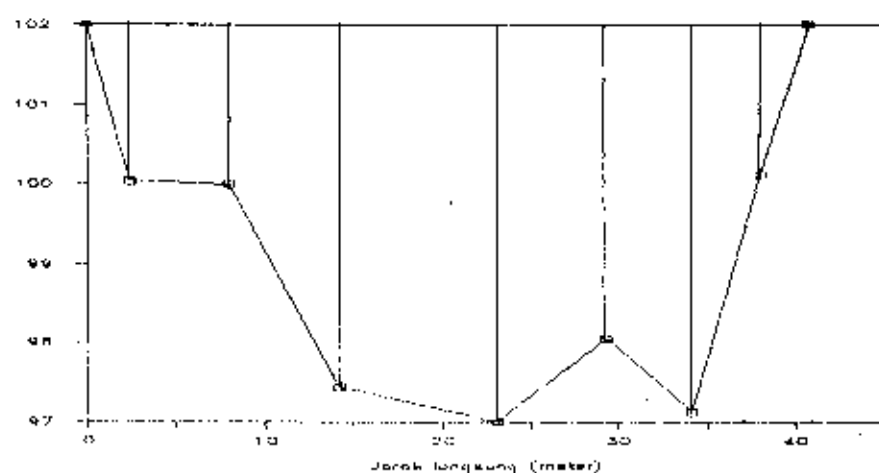
Dimensi

Cross section P72



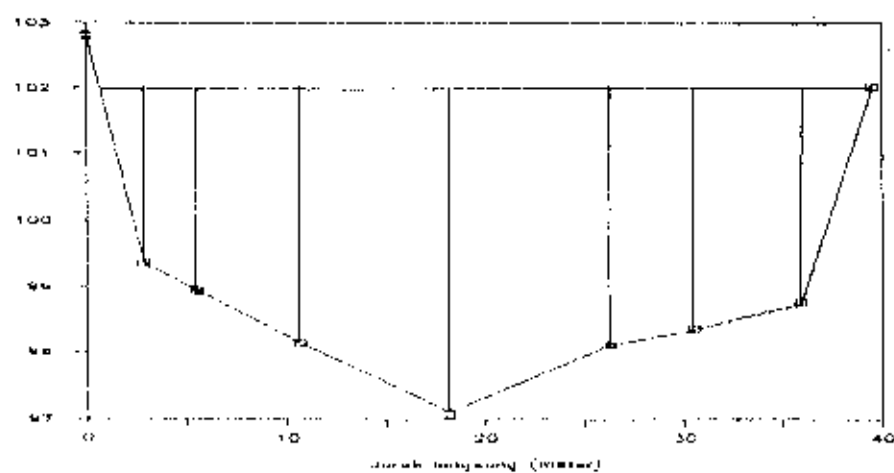
Dimensi

Cross section P74



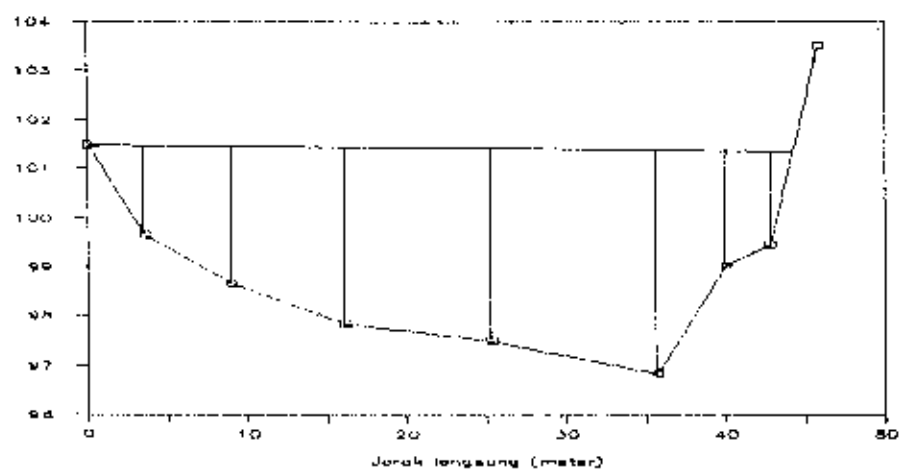
Dimensi

Cross section P76



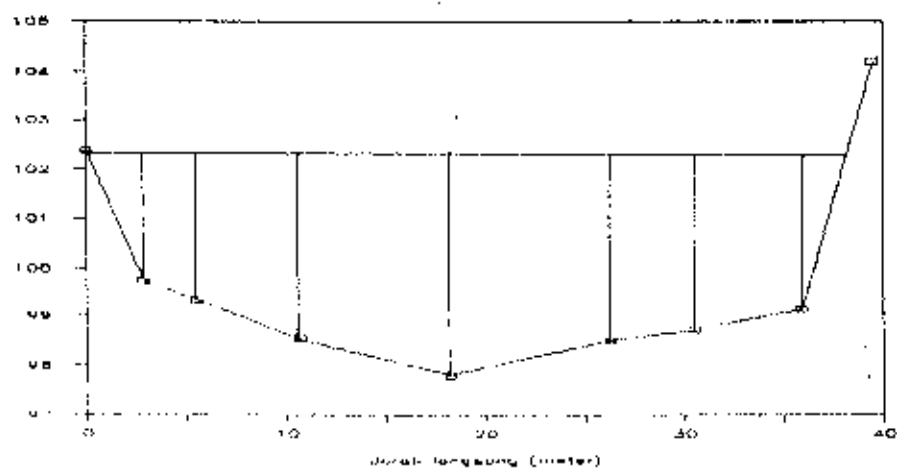
Elevasi

Cross section P78



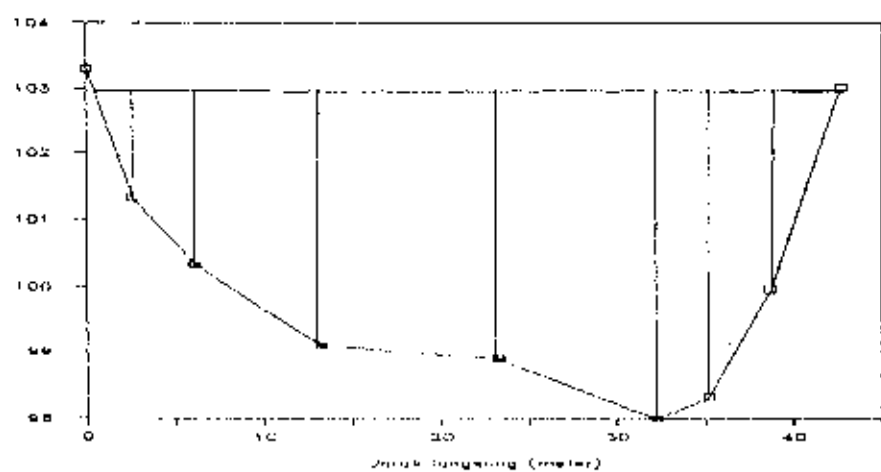
Elevasi

Cross section KD8



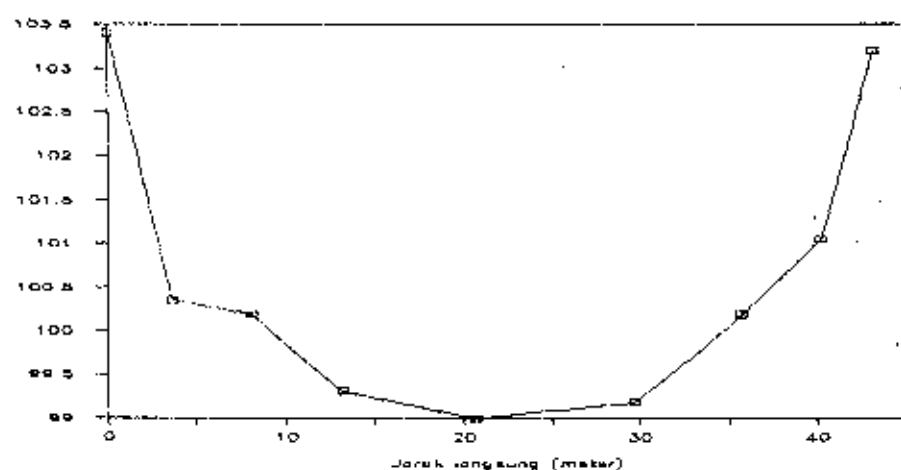
Elevasi

Cross section P82



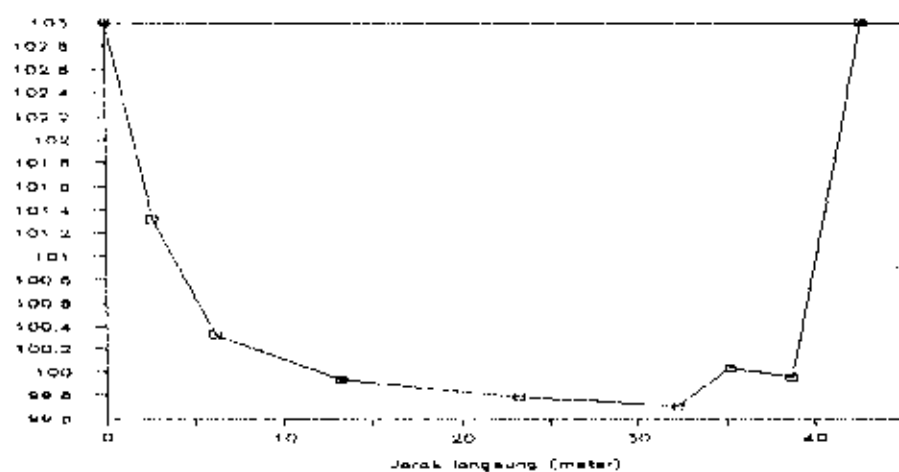
Elevasi

Cross section P84



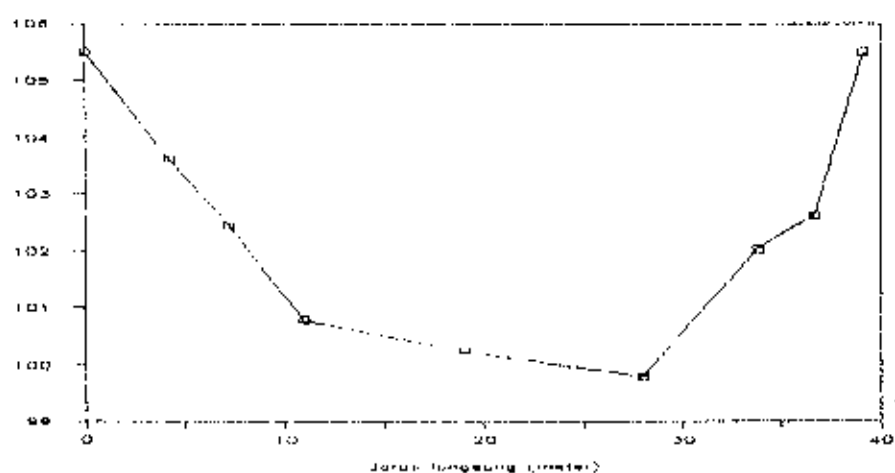
Elevasi

Cross section P86



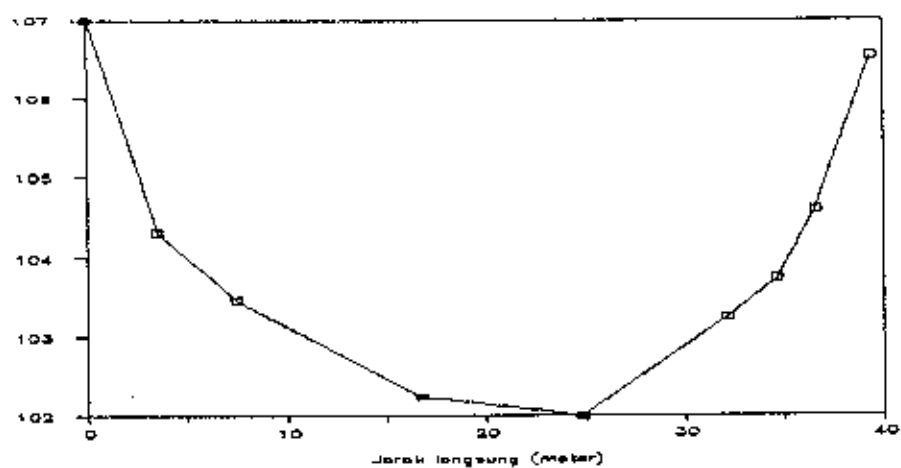
Elevasi

Cross section P88



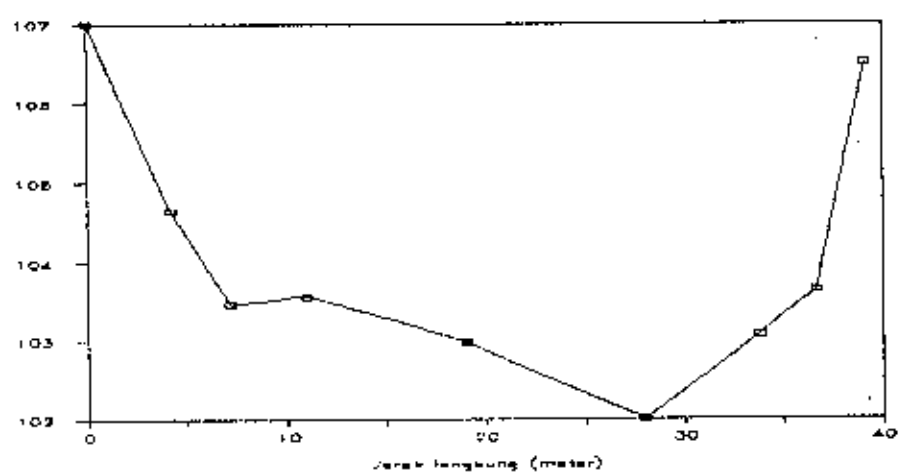
Elevasi

Cross section K08



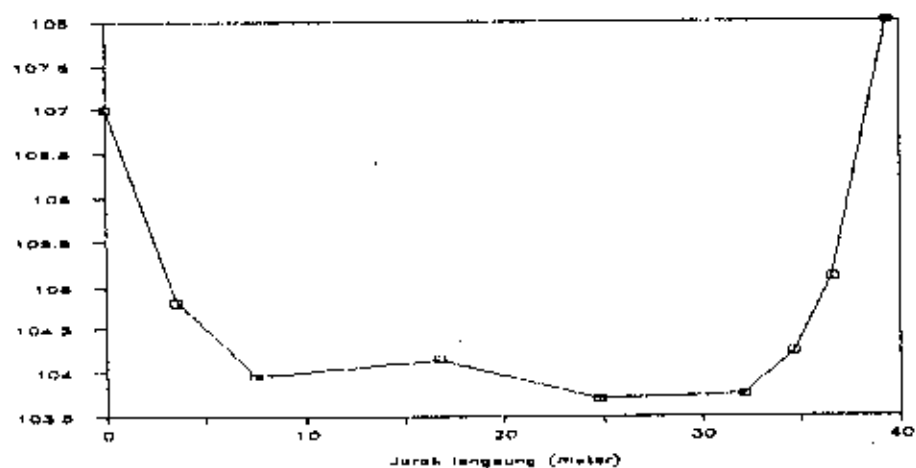
Elevasi

Cross section P92

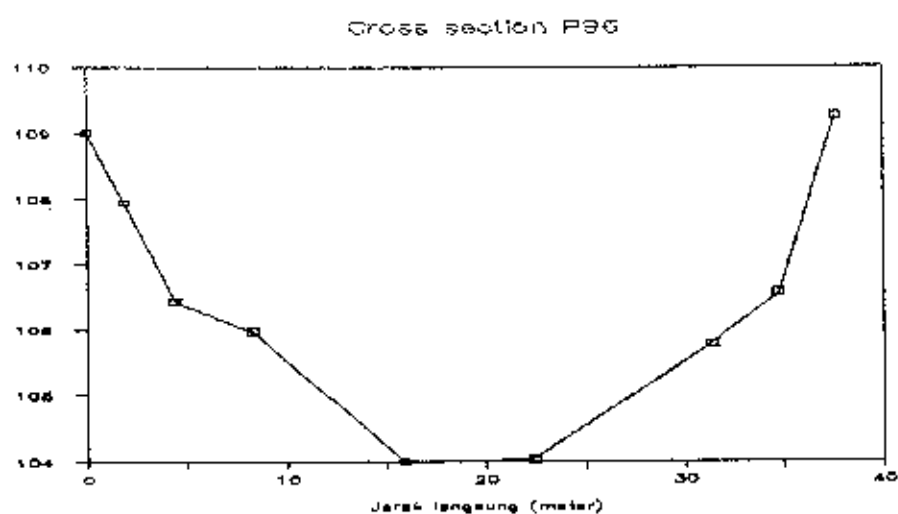


Elevasi

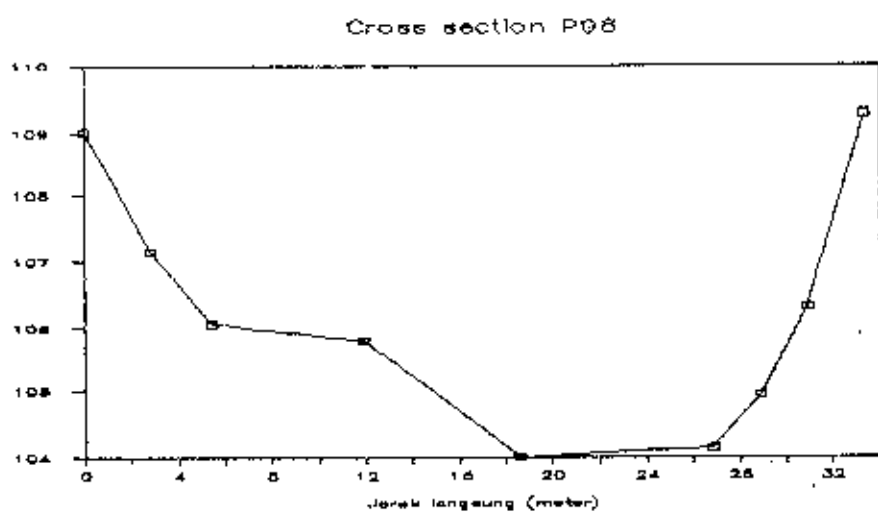
Cross section P94



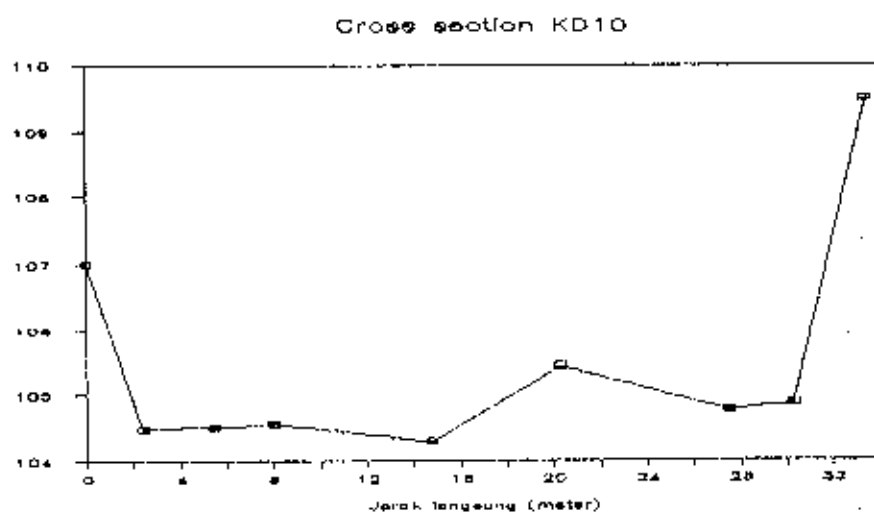
Barat



Barat

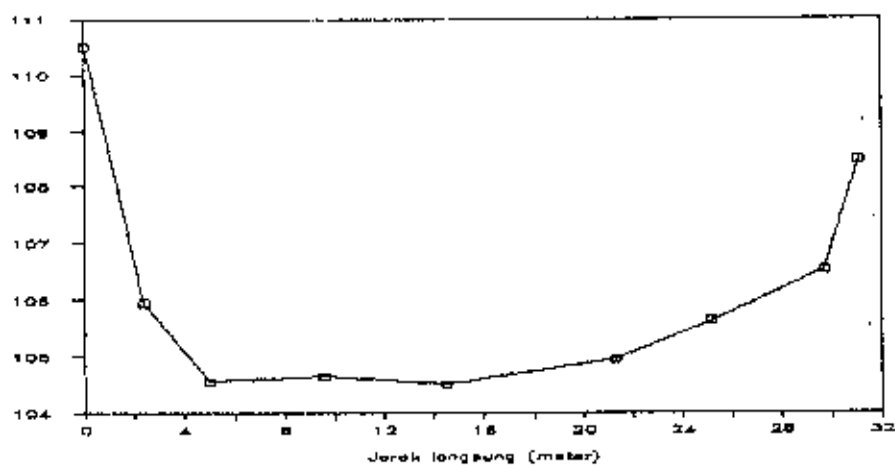


Barat



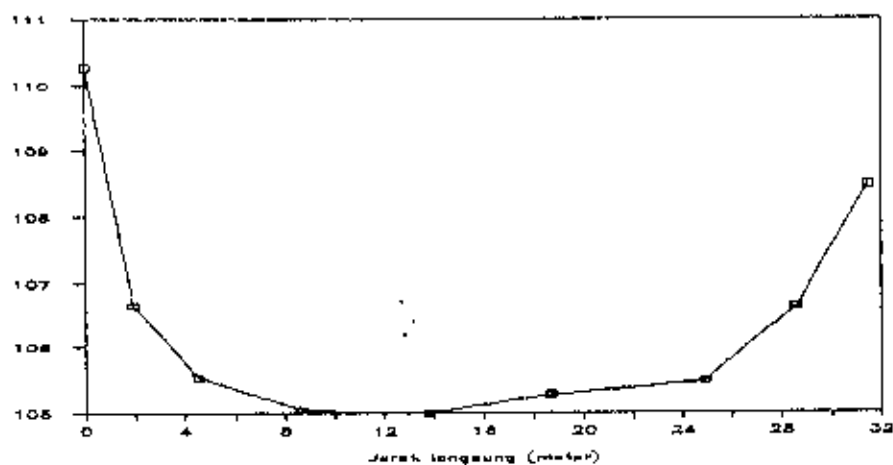
Elevasi

Cross section P102



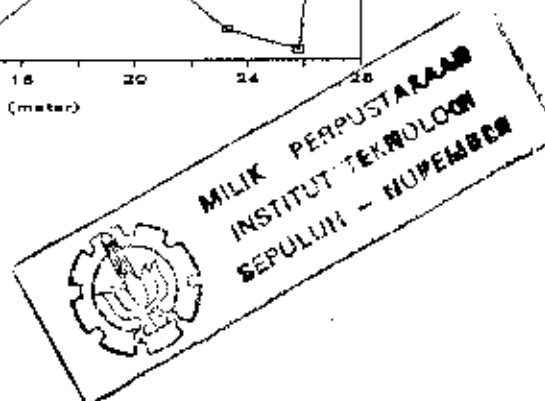
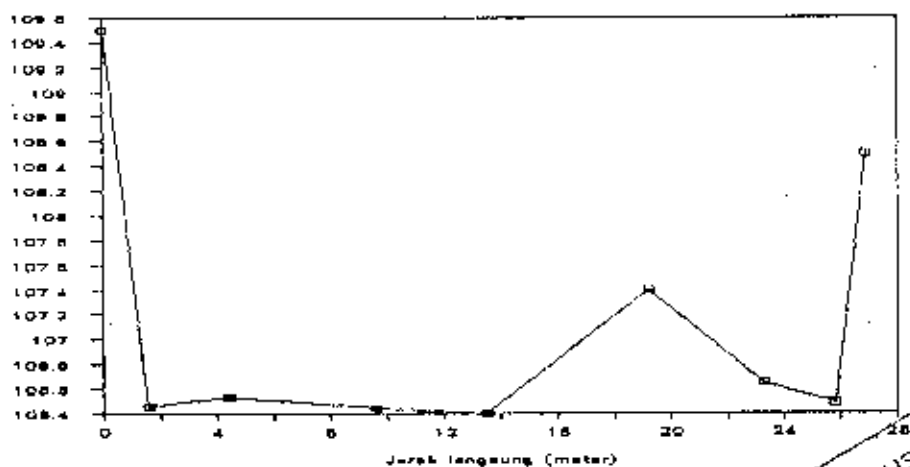
Elevasi

Cross section P104

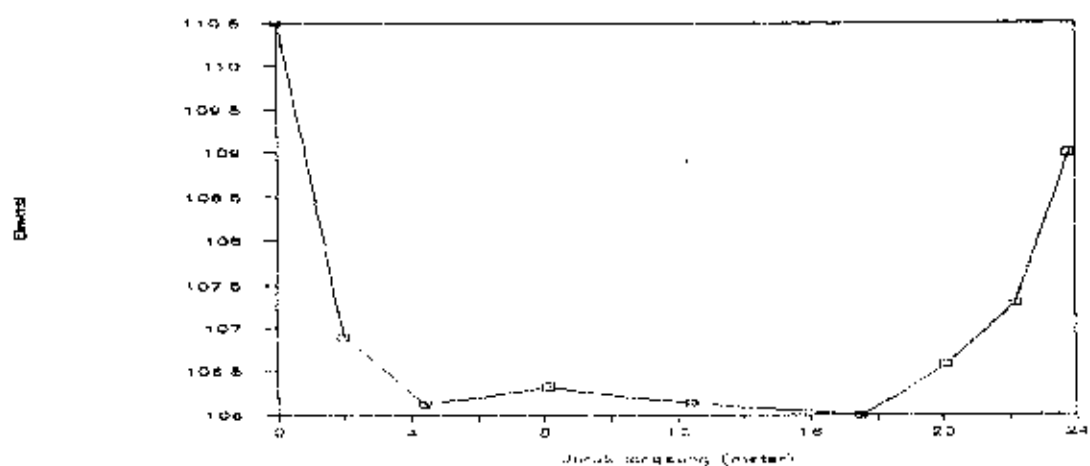


Elevasi

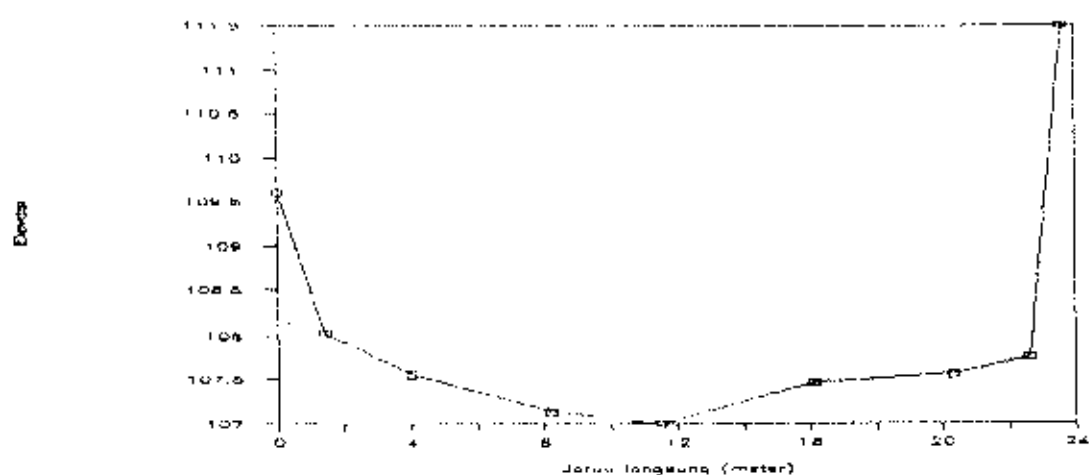
Cross section P106



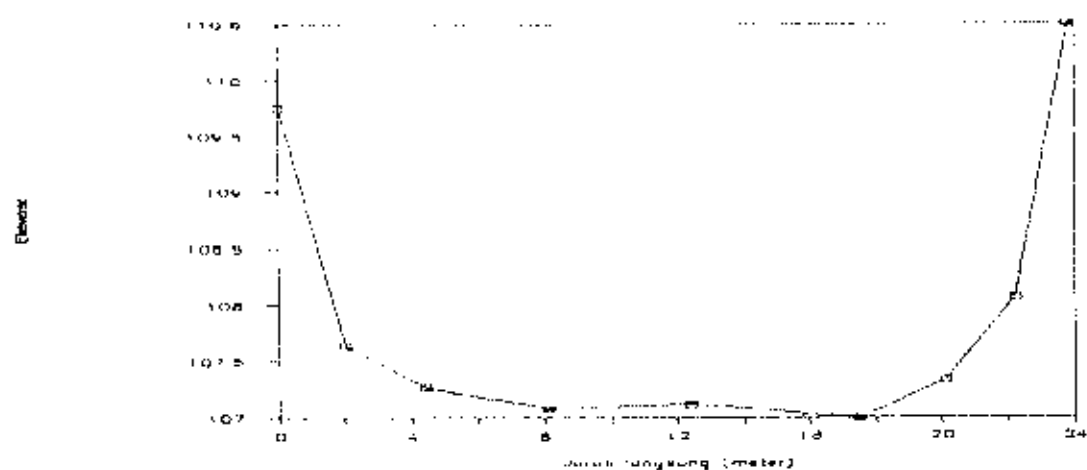
Gross section P106



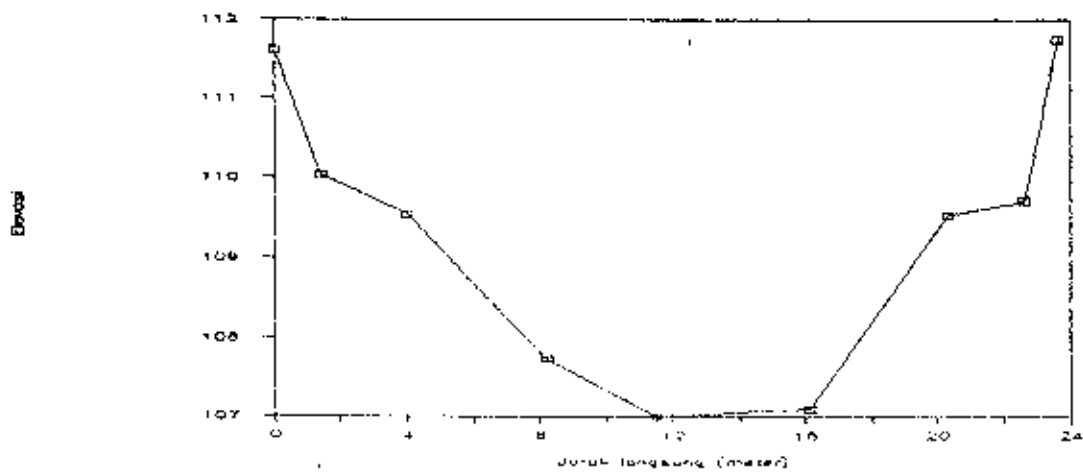
Gross section KD11



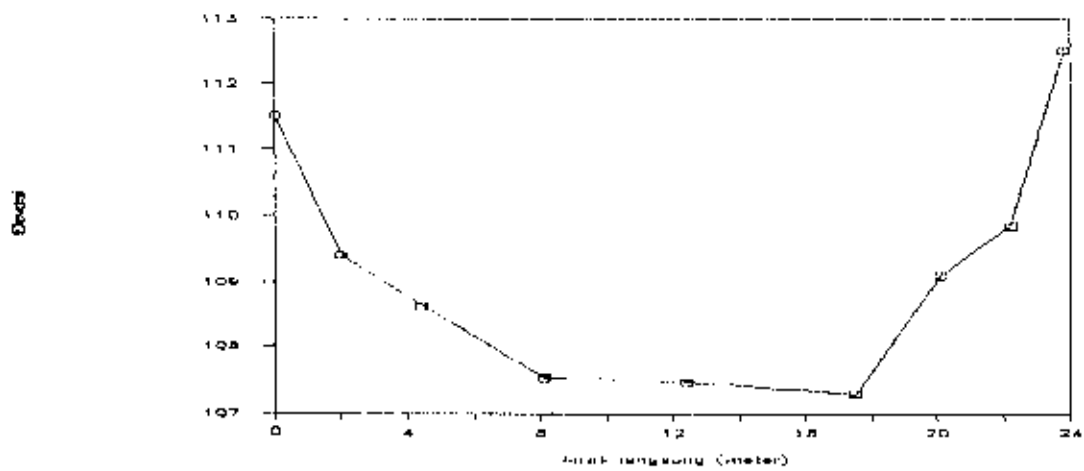
Gross section P112



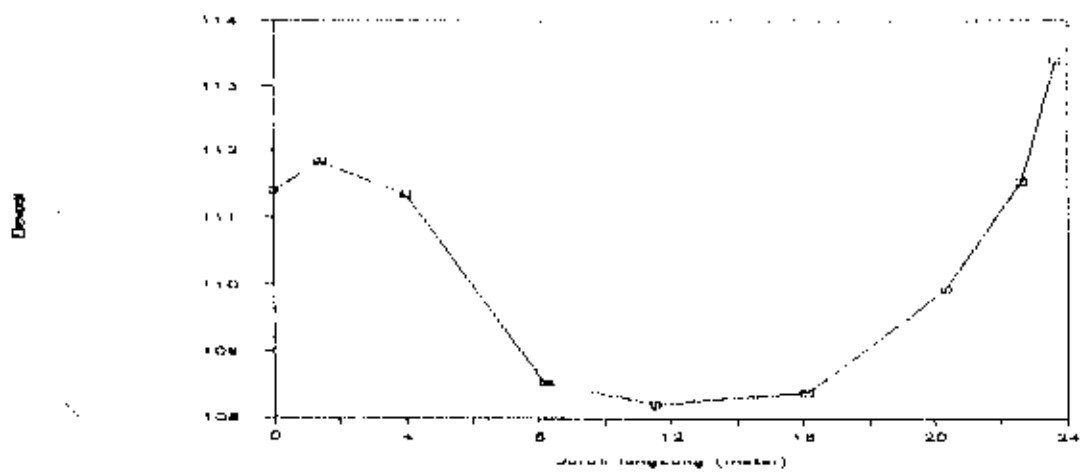
Cross section P114



Cross section P116



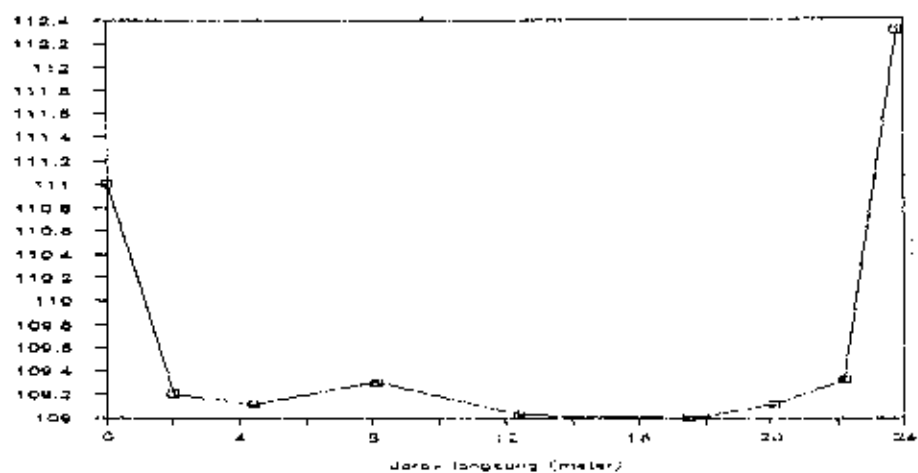
Cross section P118



Longest section RD 12

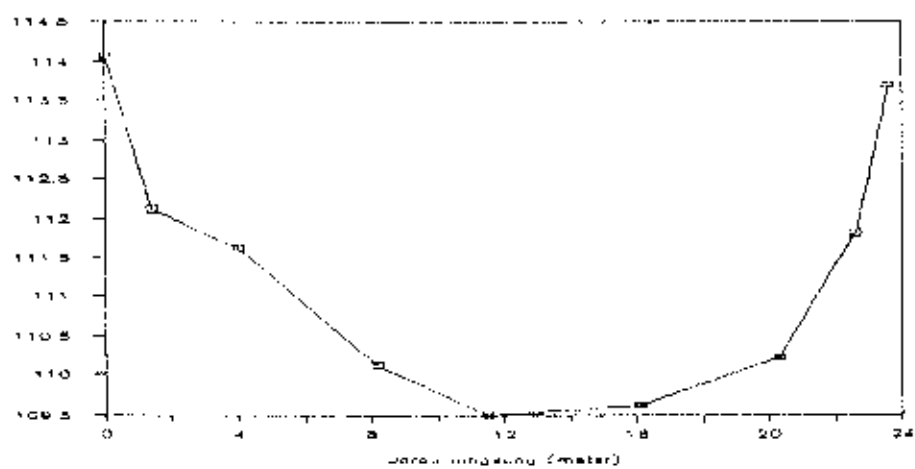
16

Depth



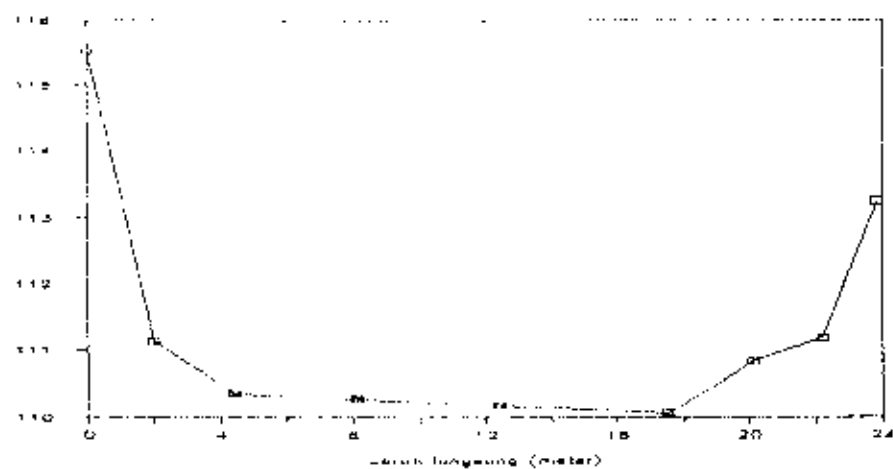
Cross section P122

Depth

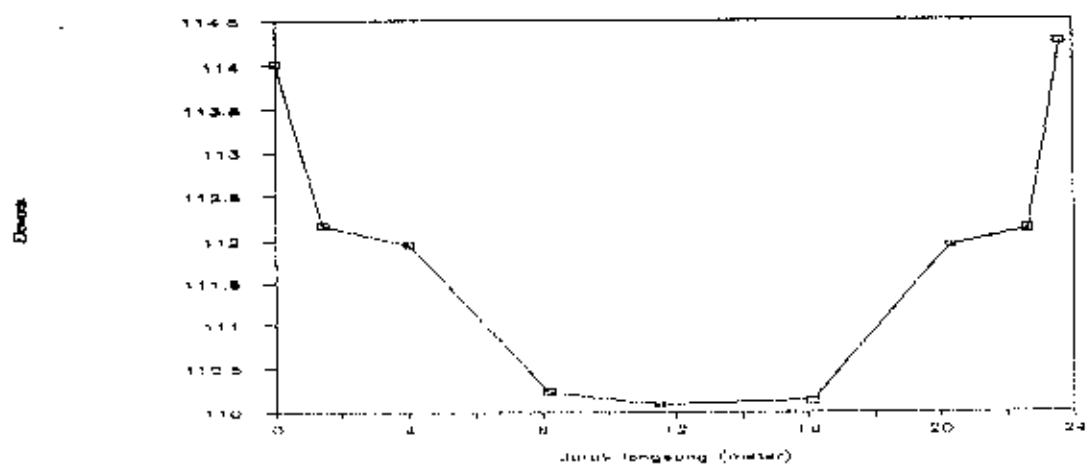


Cross section P124

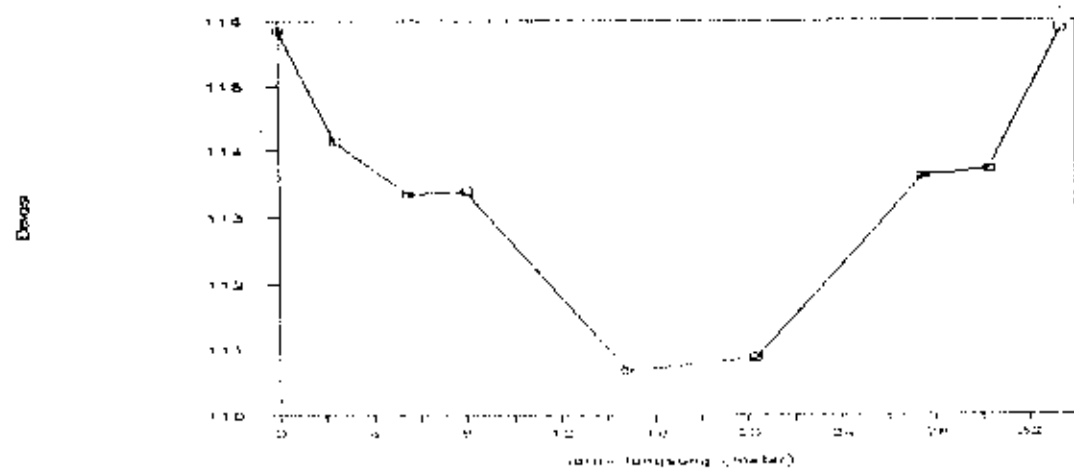
Depth



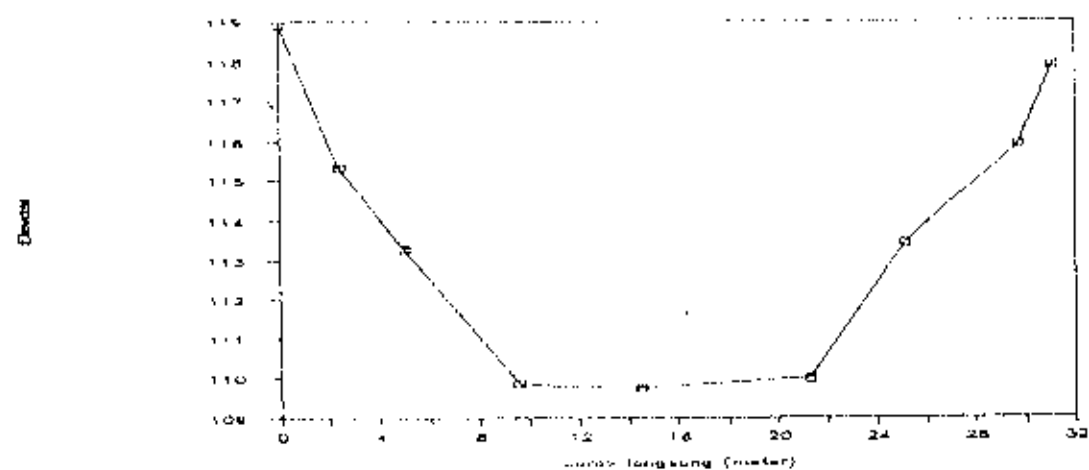
Cross section P125



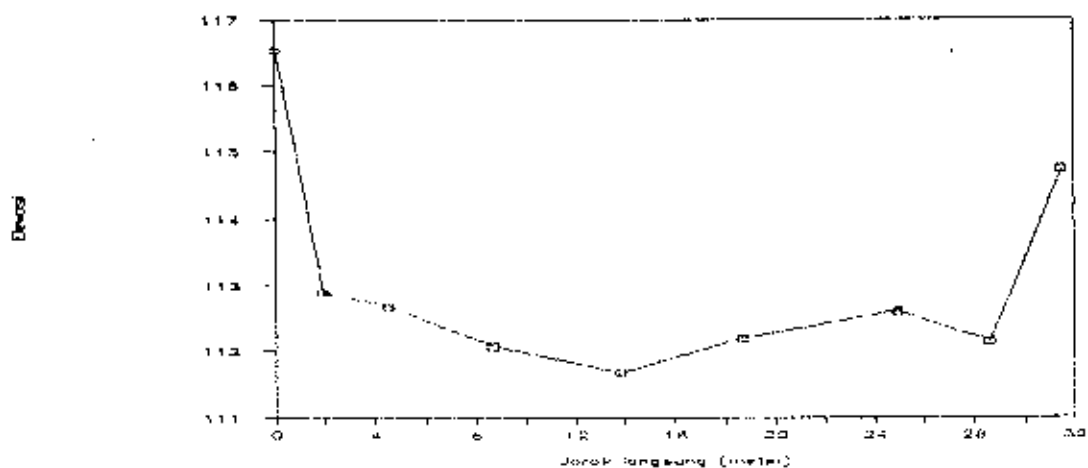
Cross section P128



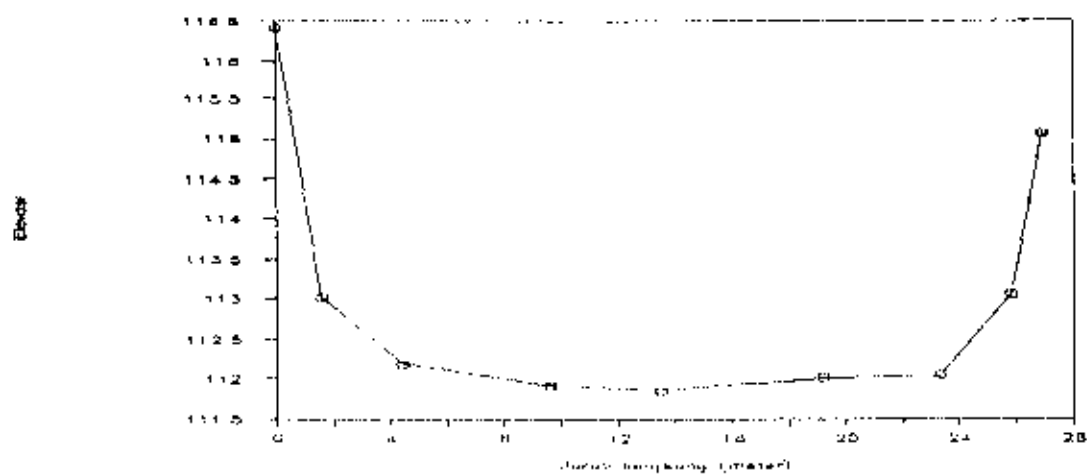
Cross section P113



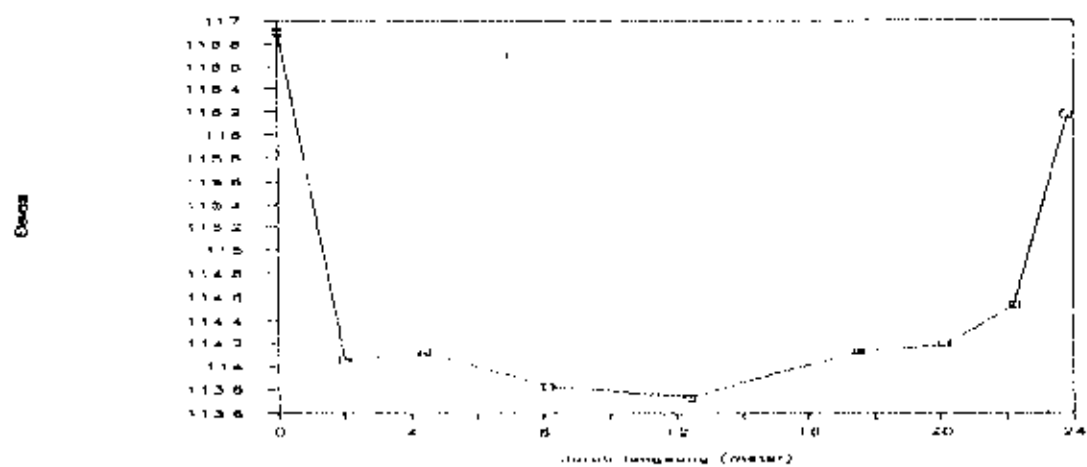
Cross section P132



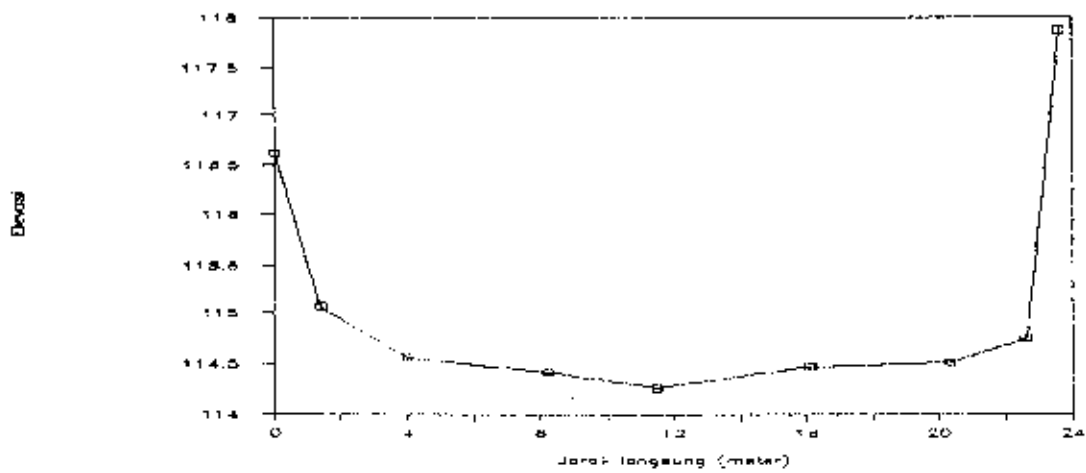
Cross section P134



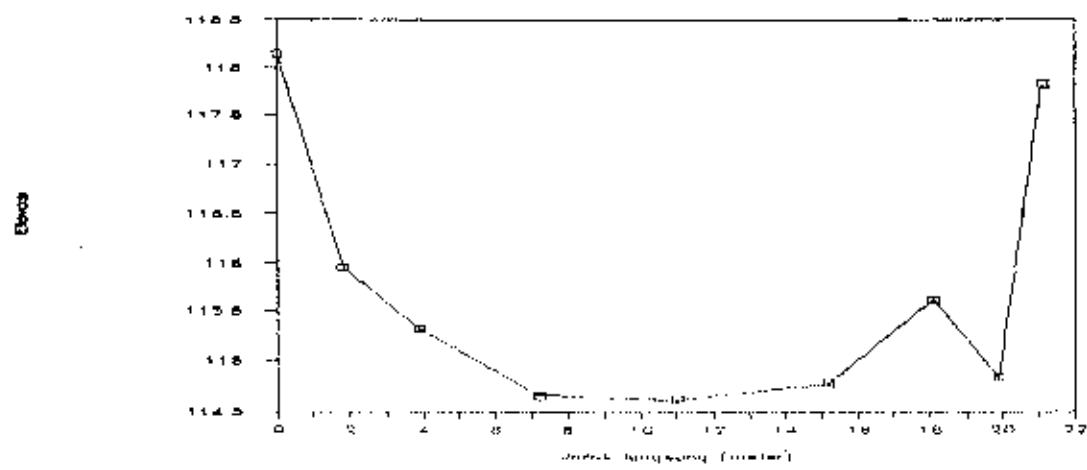
Cross section P136



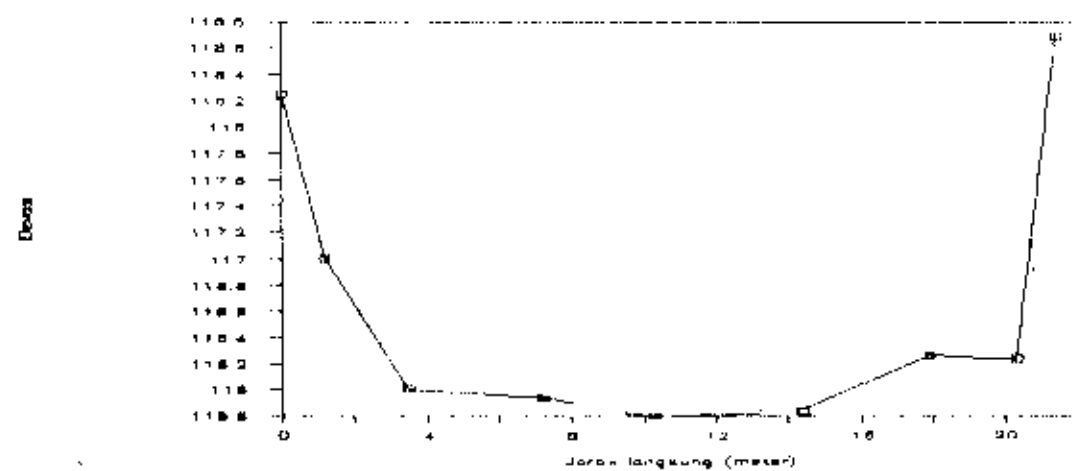
Cross section P138



Cross section KD14

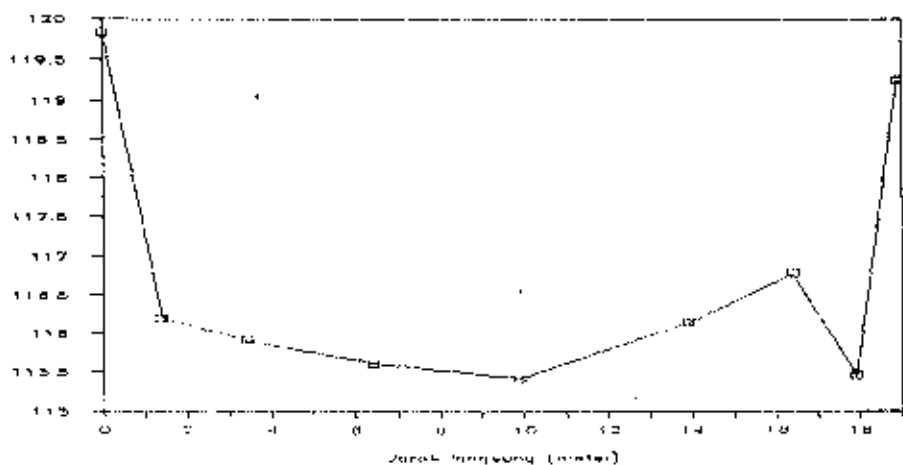


Cross section P142



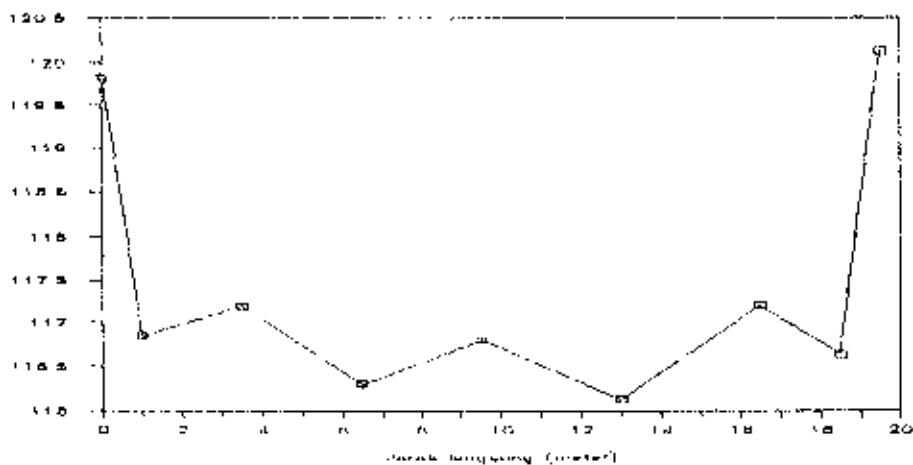
Desas

Cross section P144



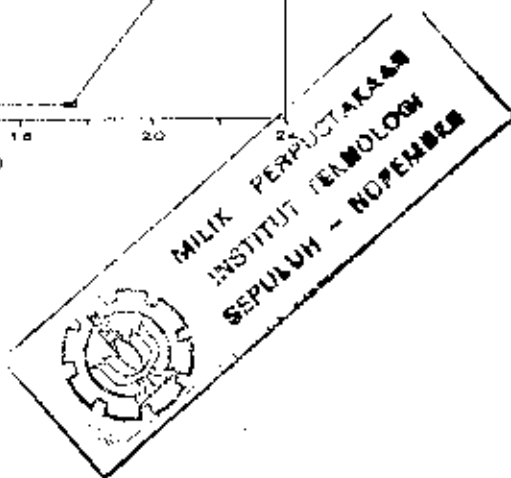
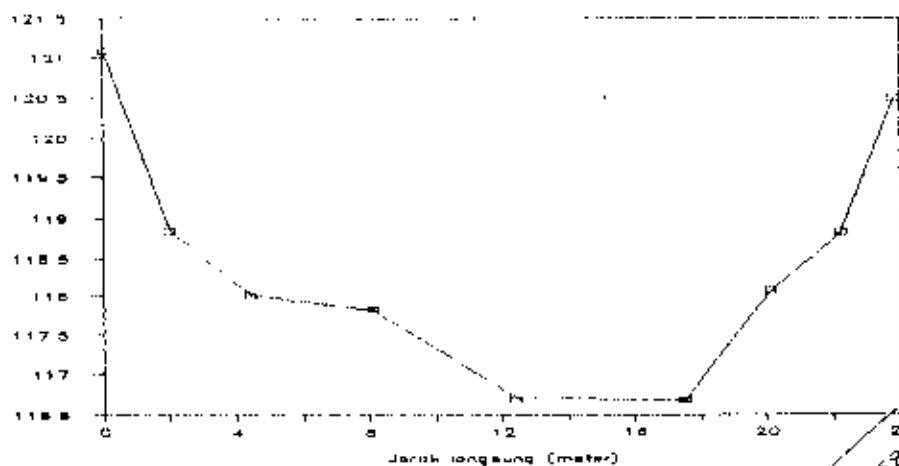
Desas

Cross section P146



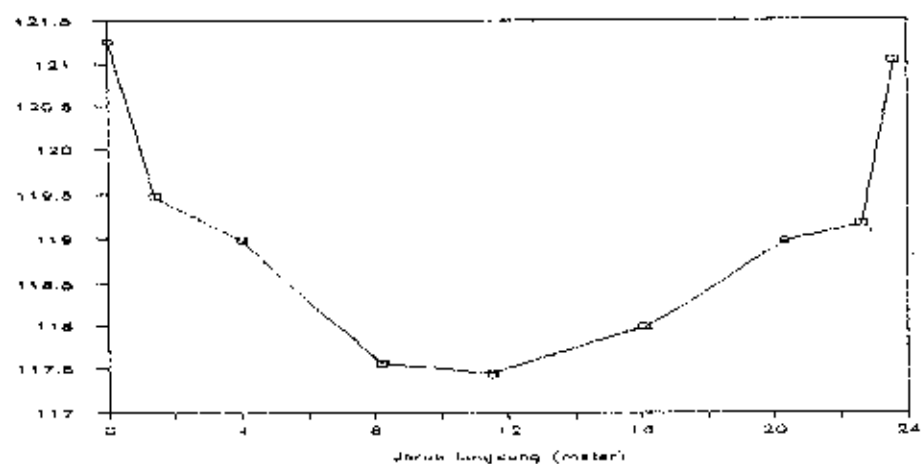
Desas

Cross section P148



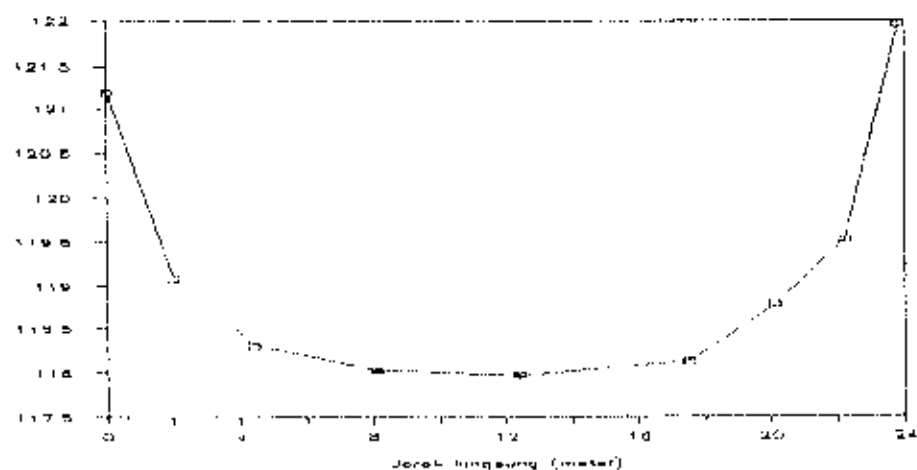
Bebas

Cross section KD15



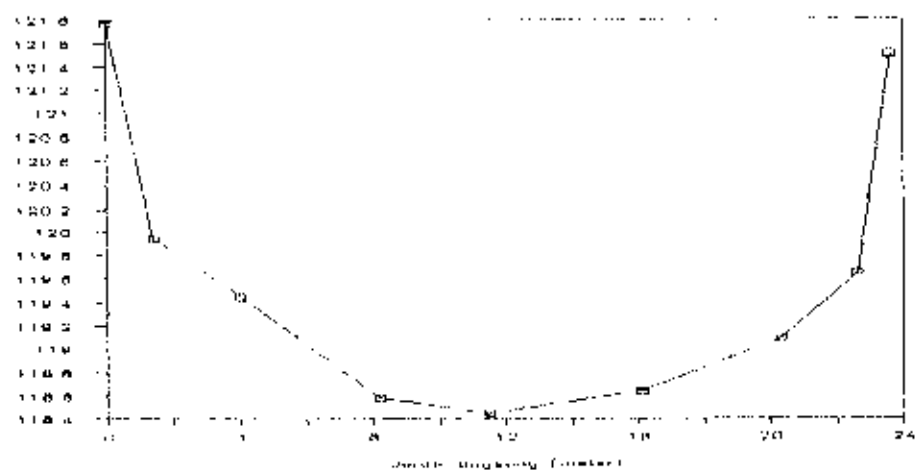
Bebas

Cross section P152



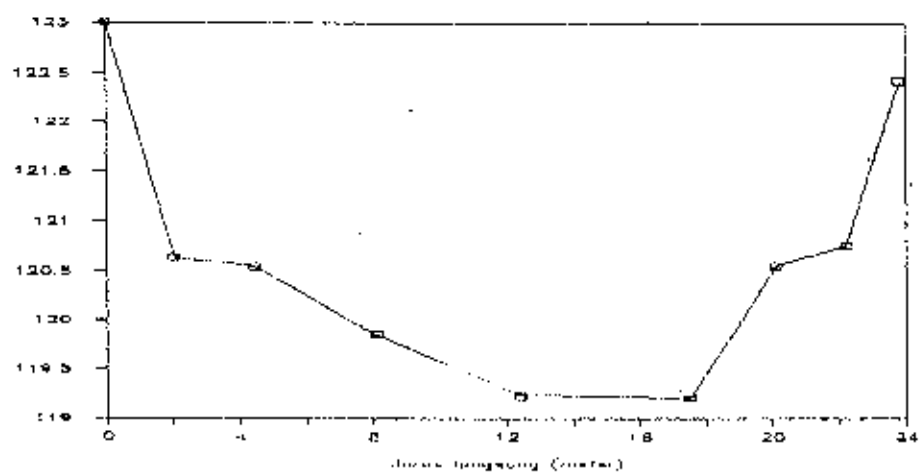
Bebas

Cross section P154



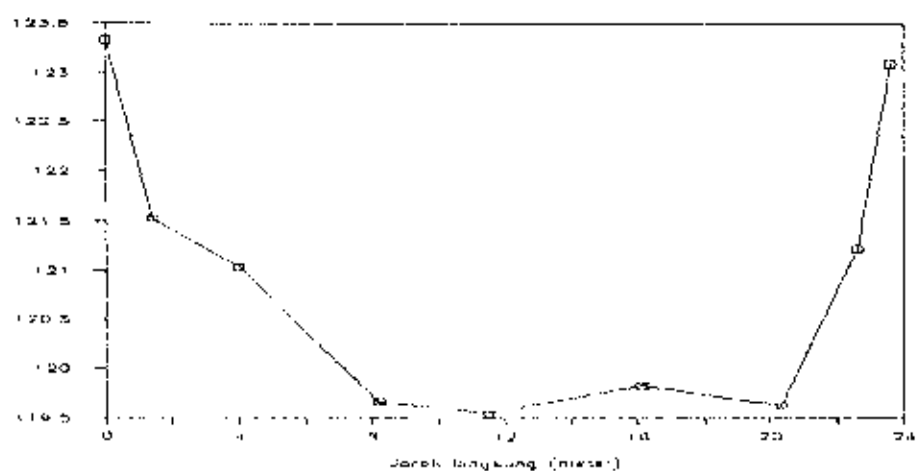
Elevasi

Cross section P156



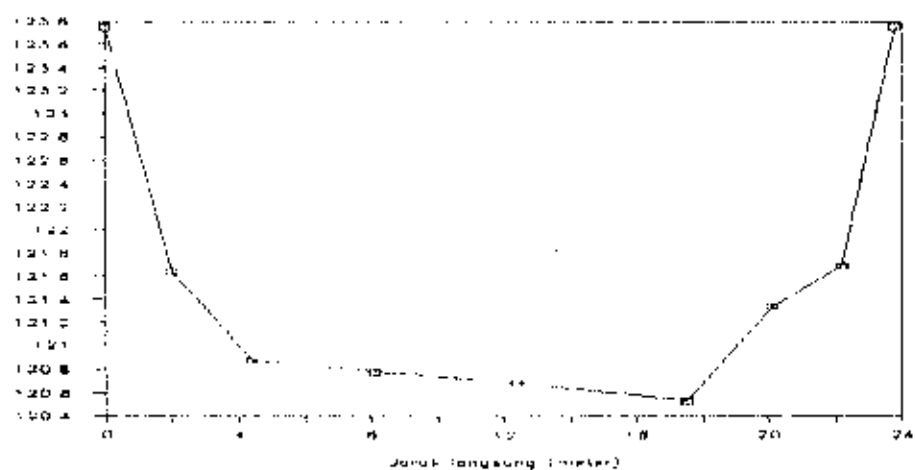
Elevasi

Cross section P158



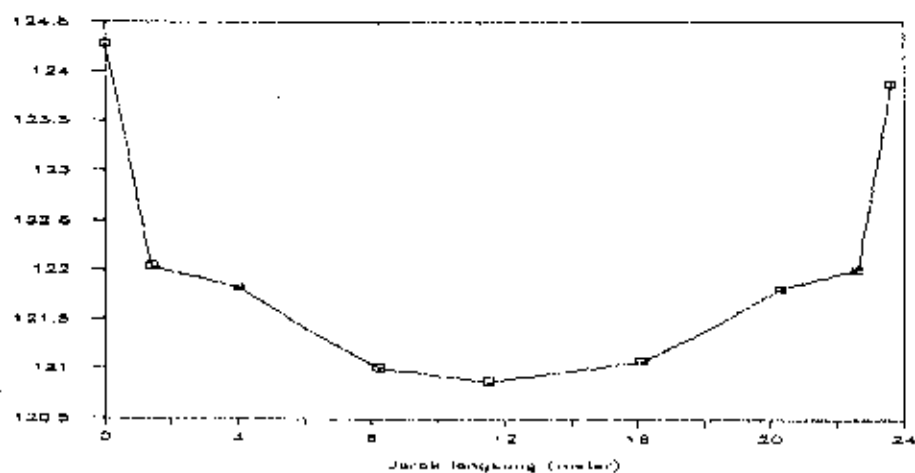
Elevasi

Cross section KD16



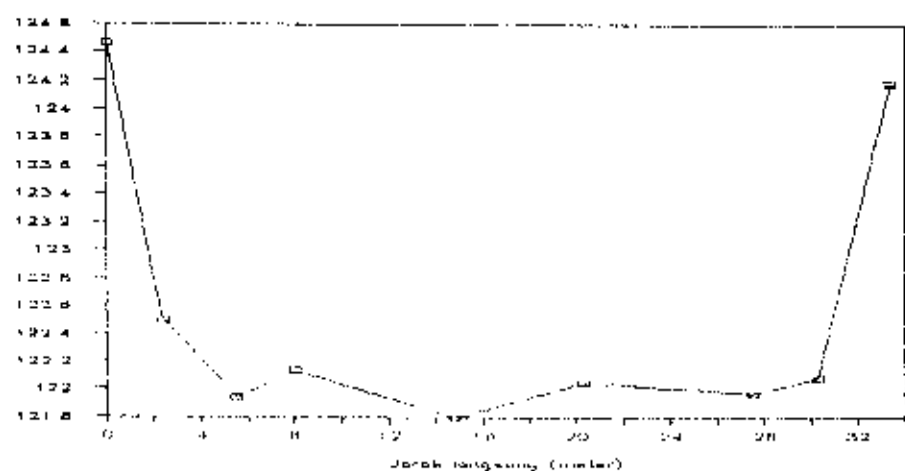
Depth

Cross section P162



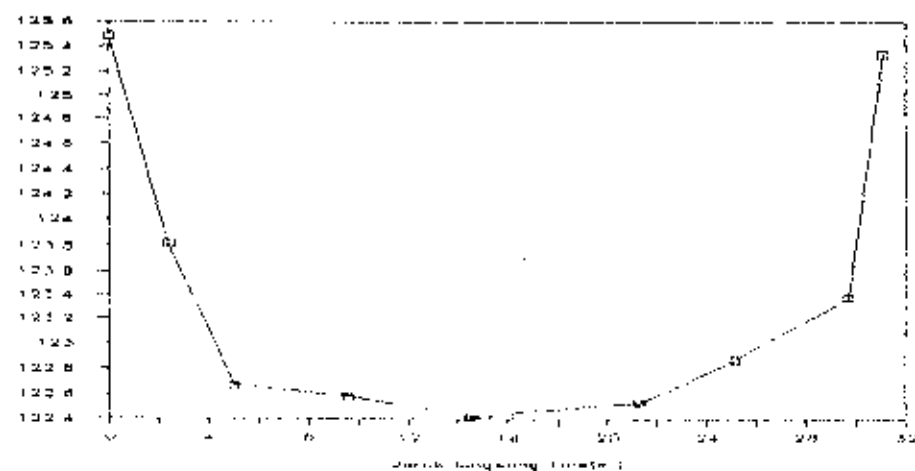
Depth

Cross section P164

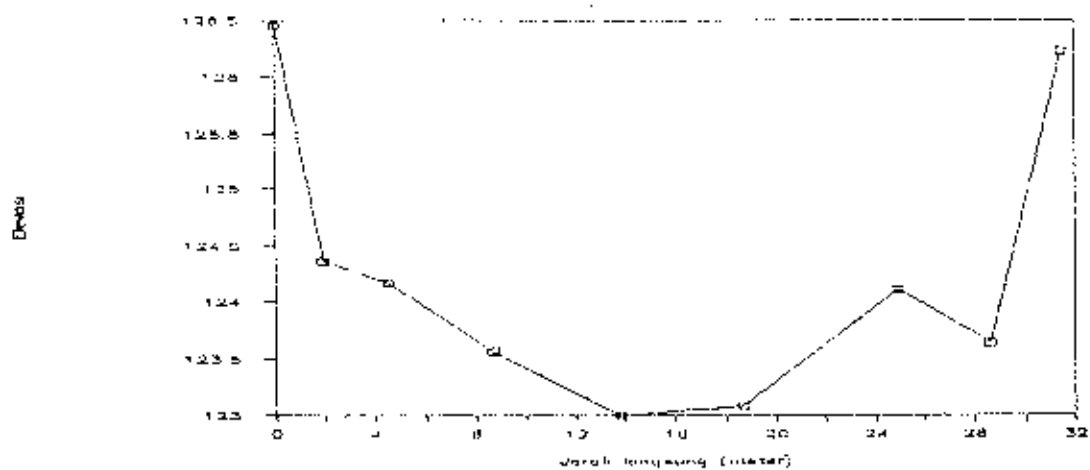


Depth

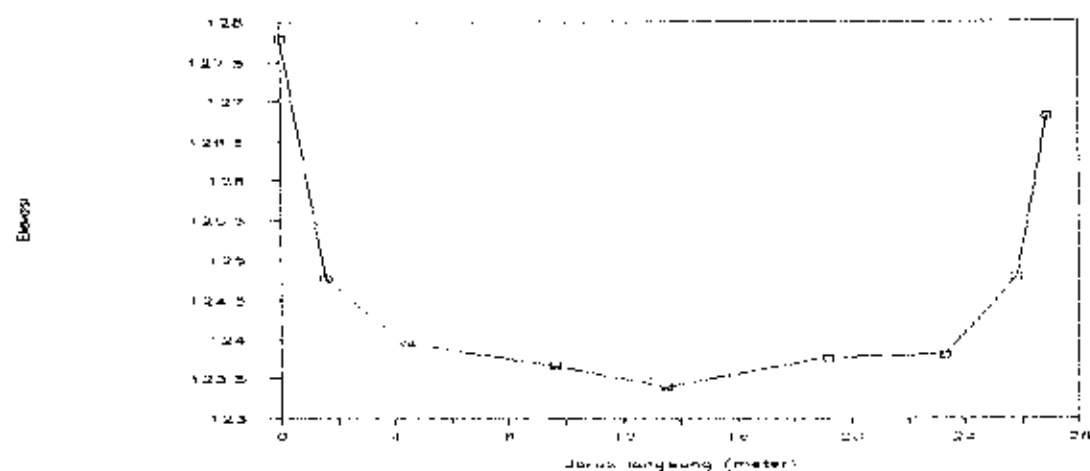
Cross section P186



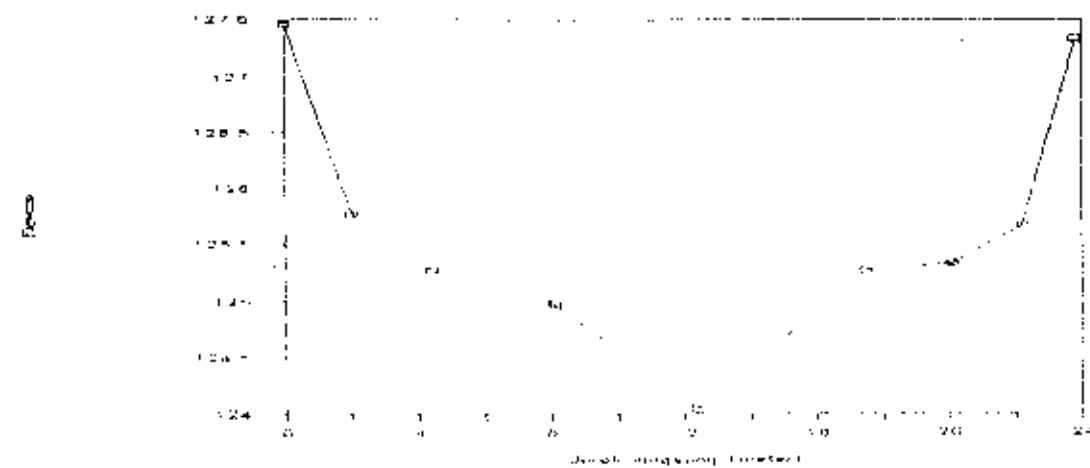
Cross section P168



Cross section KD17

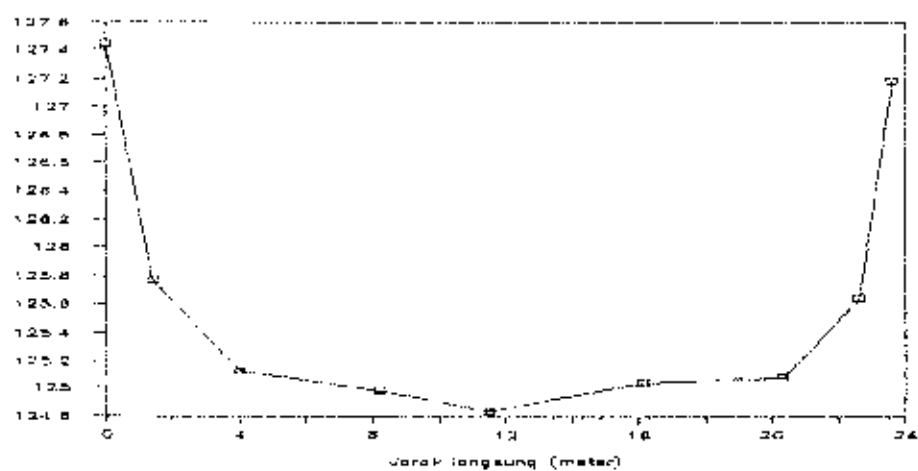


Cross section P1172



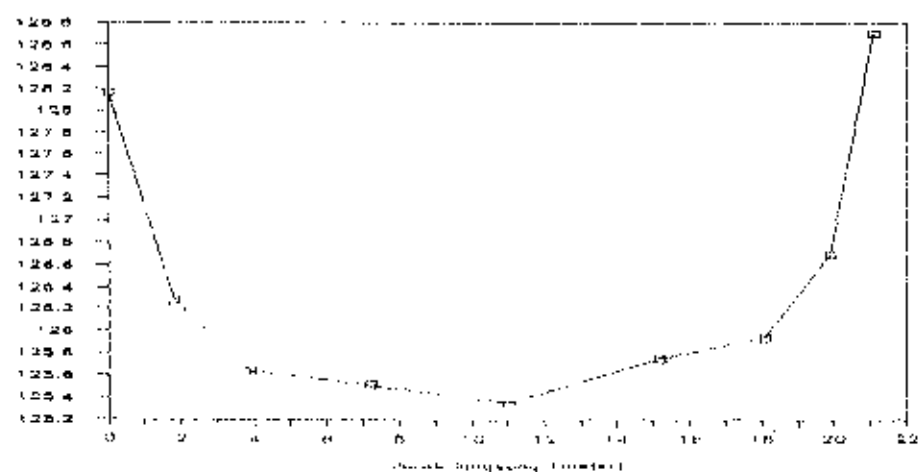
Cross section P174

Beas



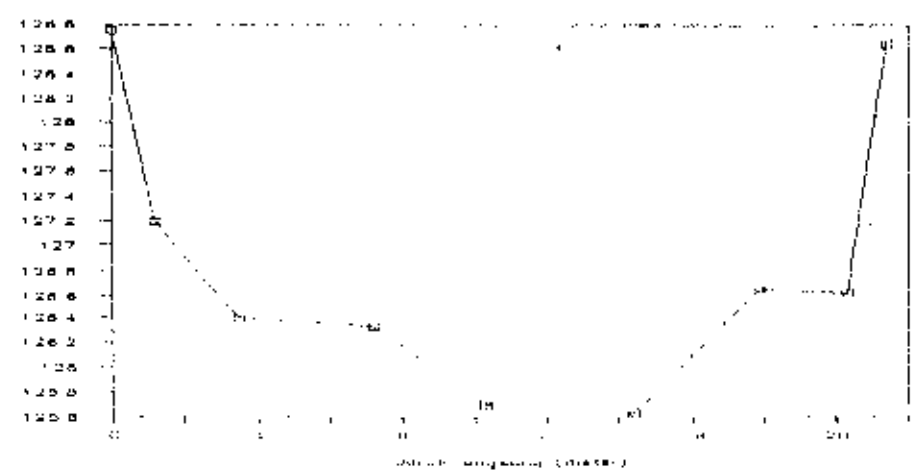
Cross section P176

Beas



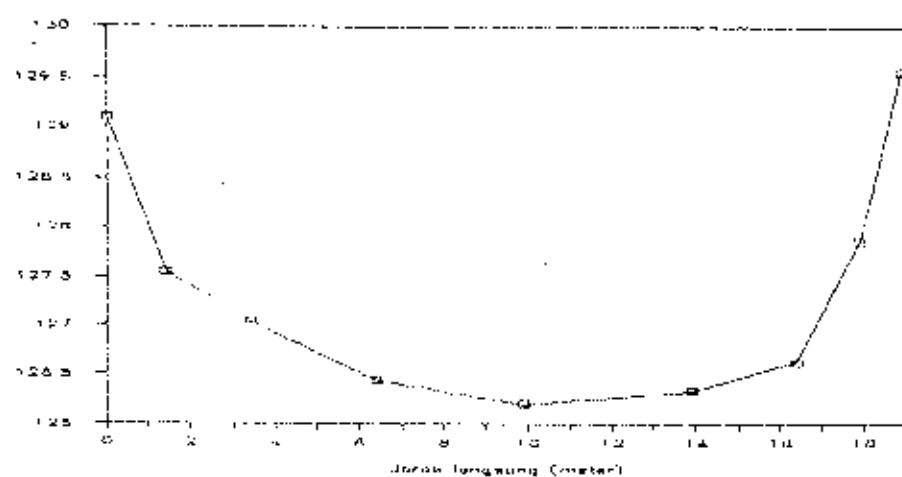
Cross section P178

Beas



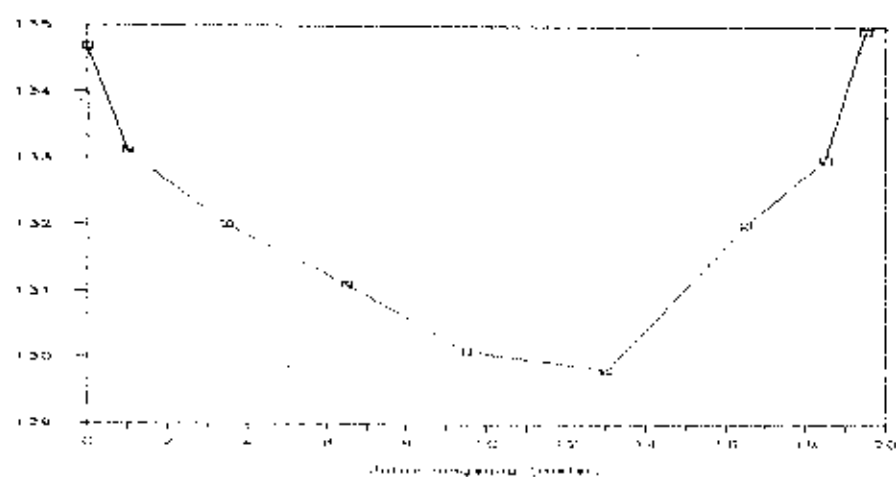
Eleva

Cross section K018



Eleva

Cross section K037



Cross section K10

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			125.92	0.00
1.400	0.321	1.436	0.225	126.60	1.40
2.600	1.560	2.353	1.881	125.36	3.40
1.700	1.539	1.590	2.634	125.38	5.10
5.500	0.373	1.912	1.434	126.55	5.60
1.500	0.000	1.546	0.230	126.92	8.10
8.100		8.752	6.754		

R = 0.721

Cross section K11

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			127.00	0.00
1.300	0.569	1.427	0.383	126.41	0.30
1.600	1.497	2.016	1.877	125.50	3.50
1.500	1.574	1.502	2.303	125.43	4.50
1.300	0.532	1.867	1.382	126.45	5.90
1.500	0.000	1.598	0.414	126.21	7.40
7.500		8.151	6.359		

R = 0.720

Cross section K12

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			127.00	0.00
1.200	0.502	1.343	0.361	126.40	1.20
1.500	1.355	1.678	1.463	125.65	2.70
1.500	1.207	1.507	1.922	125.79	4.20
1.400	0.500	1.640	1.195	126.50	5.50
1.600	0.000	1.858	0.480	127.15	7.40
7.400		8.037	5.493		

R = 0.671

Cross section K13

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			127.15	0.00
1.000	0.497	1.095	0.225	126.80	1.00
1.800	1.390	1.857	1.470	125.86	2.60
1.800	1.422	1.800	2.531	125.83	4.40
1.500	0.518	1.735	1.465	126.73	5.90
1.200	0.000	1.307	0.311	127.25	7.10
7.100		7.795	5.992		

R = 0.763

Cross section K14

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			127.24	0.00
1.100	0.527	1.220	0.290	126.71	1.10
1.500	1.338	1.705	1.399	125.90	2.60
1.400	1.305	1.400	1.851	125.93	4.00
1.500	0.475	1.818	1.475	126.77	5.60
1.400	0.000	1.478	0.333	127.20	7.00
7.000		7.622	5.297		

R = 0.695

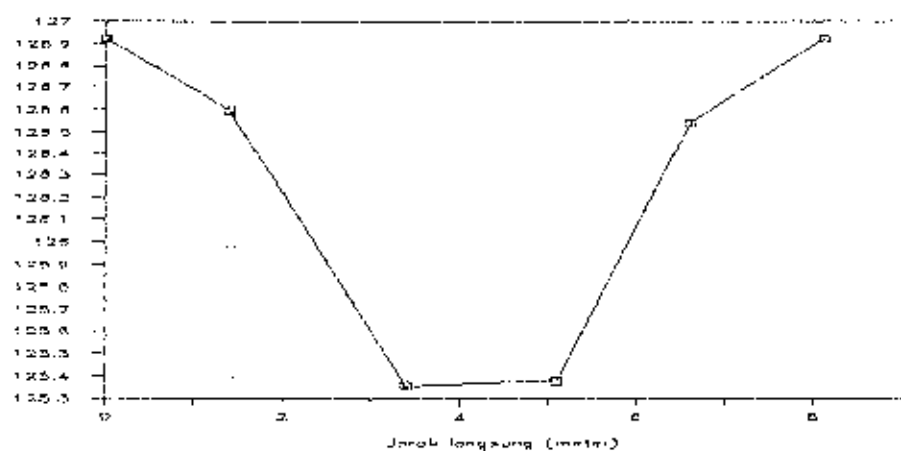
Cross section K15

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			127.42	0.00
1.100	0.448	1.168	0.246	126.97	1.10
1.500	1.432	1.805	1.425	125.97	2.60
1.400	1.505	1.401	2.091	126.01	4.00
1.800	0.472	1.876	1.502	126.95	5.60
1.400	0.000	1.437	0.330	127.46	7.00
7.000		7.747	5.505		

R = 0.711

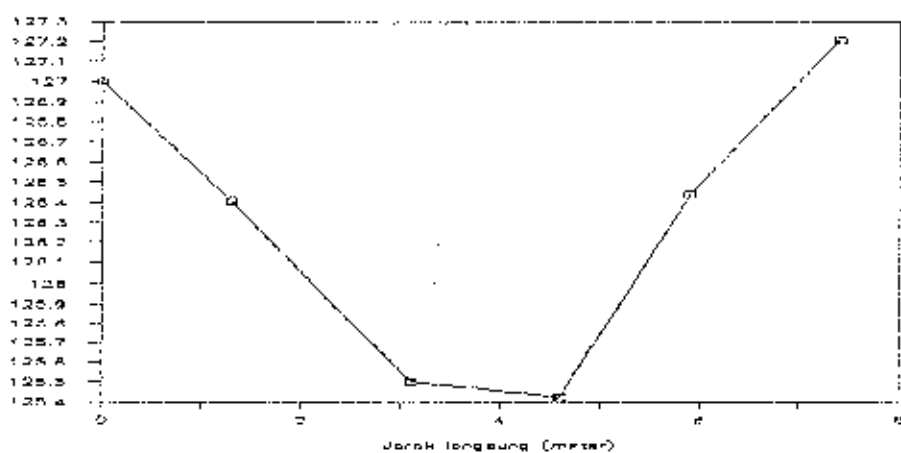
Cross

Cross section KLO



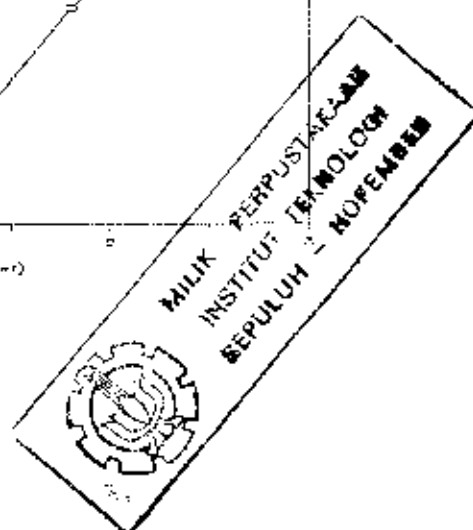
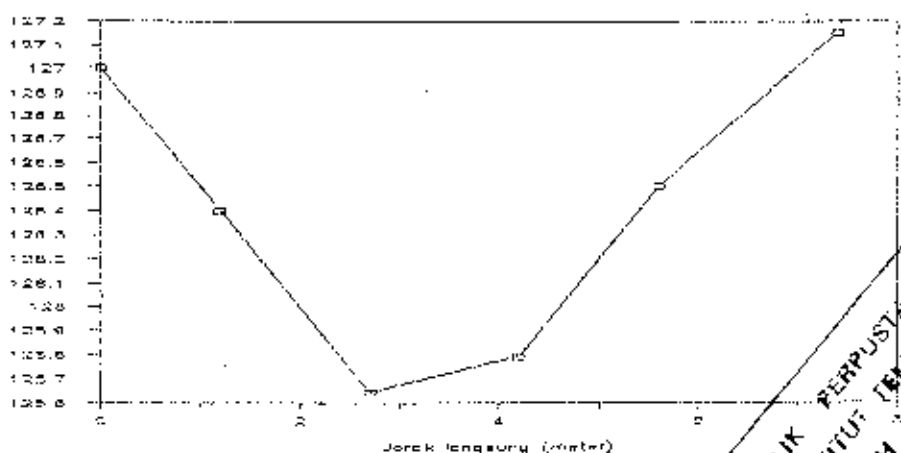
Elevasi

Cross section KL1

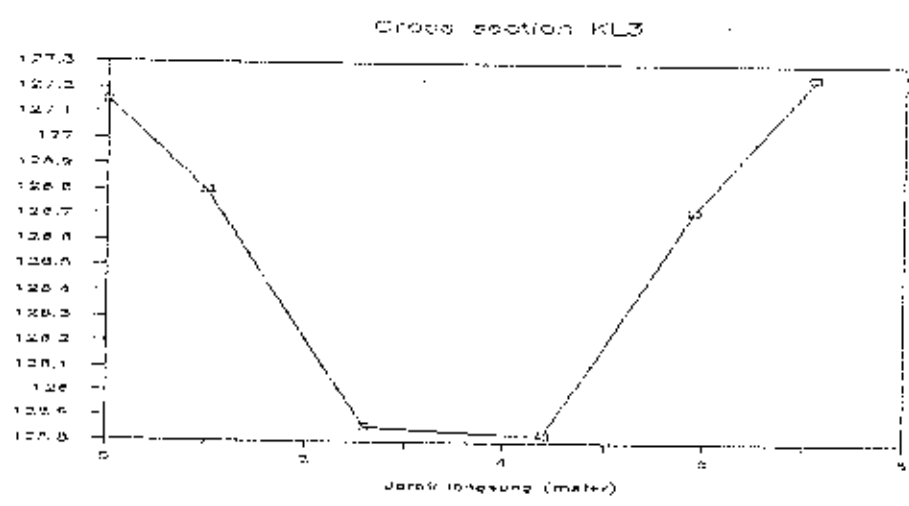


Elevasi

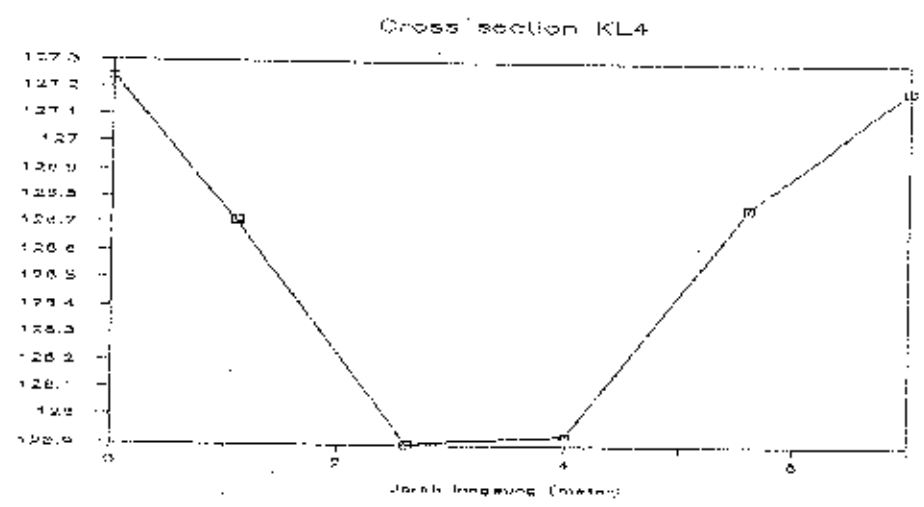
Cross section KL2



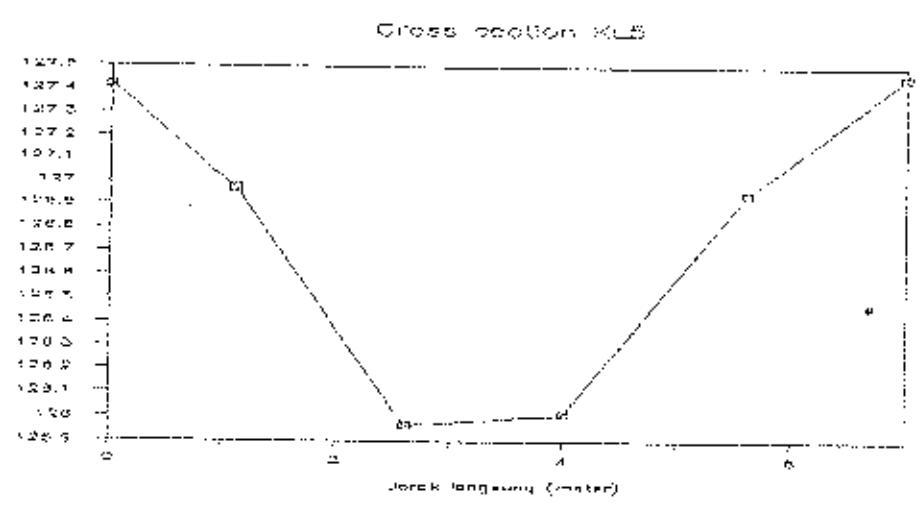
Elevasi



Elevasi



Elevasi



Cross section K_{E0}

b	B	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			95.61	0.00
2.100	0.574	2.177	0.603	95.04	2.10
2.600	1.335	2.902	2.673	94.26	4.90
2.600	1.279	2.601	3.398	94.33	7.50
2.650	0.608	2.748	2.500	95.00	10.15
2.100	0.000	2.195	0.538	95.67	12.25
12.250		12.613	9.812		

$$R = 0.778$$

Cross section K_{E1}

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			95.54	0.00
2.500	0.618	2.523	0.773	95.02	2.50
2.650	1.395	2.762	2.667	94.26	5.15
2.900	1.381	2.700	3.748	94.26	7.85
2.500	0.593	2.629	2.455	95.06	10.35
1.996	0.000	1.987	0.556	95.64	12.25
12.250		12.853	10.196		

$$R = 0.828$$

Cross section K_{E2}

b	B	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			95.70	0.00
1.800	0.562	1.866	0.506	95.11	1.80
2.600	1.337	2.713	2.469	94.33	4.40
2.700	1.396	2.701	3.690	94.27	7.16
2.850	0.557	2.955	2.783	95.11	9.95
1.938	0.000	2.028	0.543	95.97	11.90
11.900		12.282	9.990		

$$R = 0.813$$

Cross section K_{E3}

b	B	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			95.70	0.00
2.000	0.499	2.051	0.499	95.20	2.00
2.500	1.467	2.660	2.383	95.29	4.50
2.800	1.381	2.800	3.524	94.32	7.10
2.750	0.520	2.890	2.614	95.18	9.85
2.000	0.000	2.066	0.520	95.73	11.85
11.850		12.277	9.640		

$$R = 0.785$$

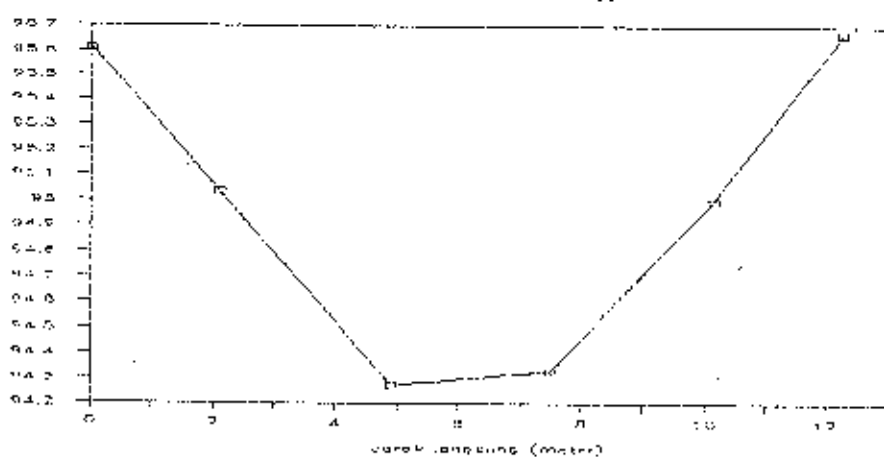
Cross section K_{E4}

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			95.73	0.00
1.900	0.572	1.984	0.643	95.71	1.90
2.500	1.437	2.459	2.561	94.30	4.40
2.750	1.501	2.750	4.095	94.28	7.15
2.500	0.523	2.676	2.530	95.25	9.55
2.000	0.000	2.051	0.523	95.80	11.65
11.650		12.136	10.252		

$$R = 0.845$$

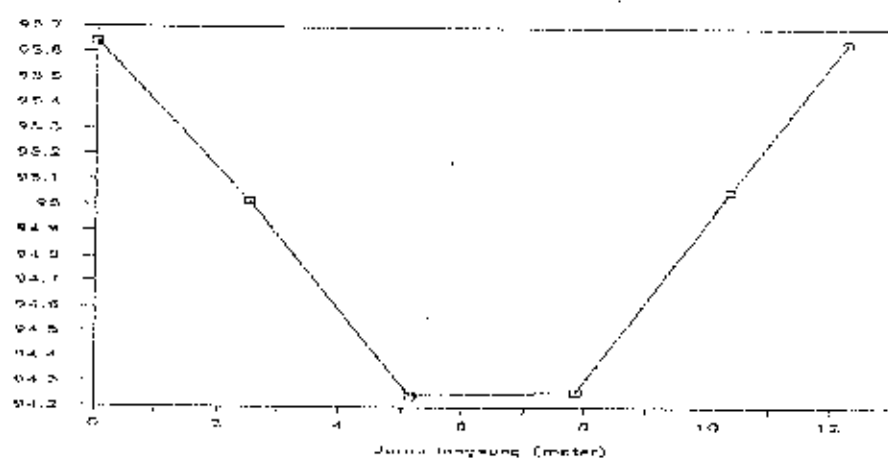
1000

Cross section K60



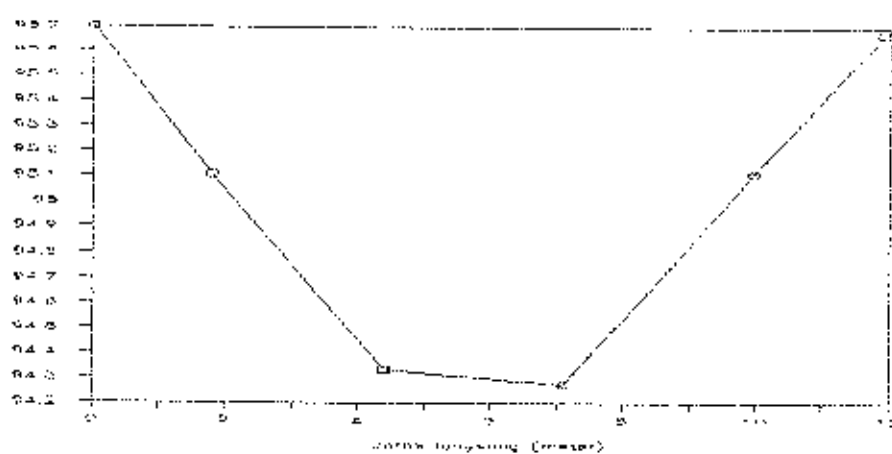
1000

Cross section K61

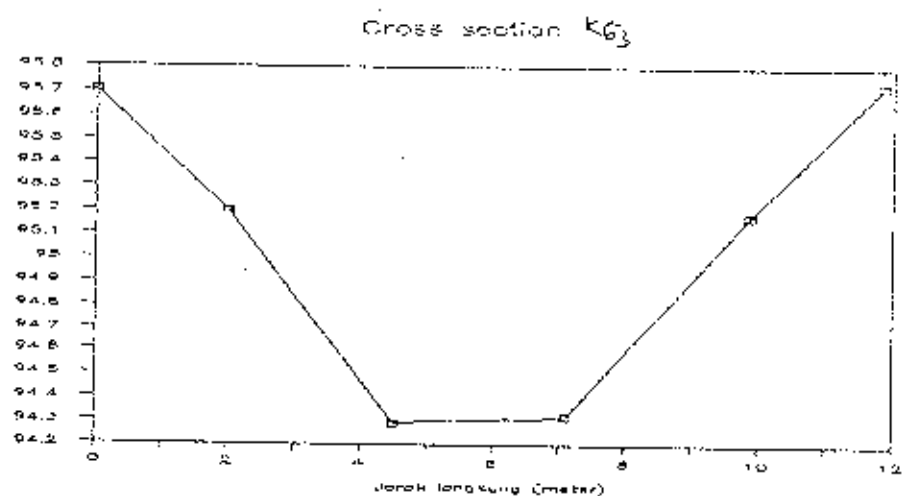


1000

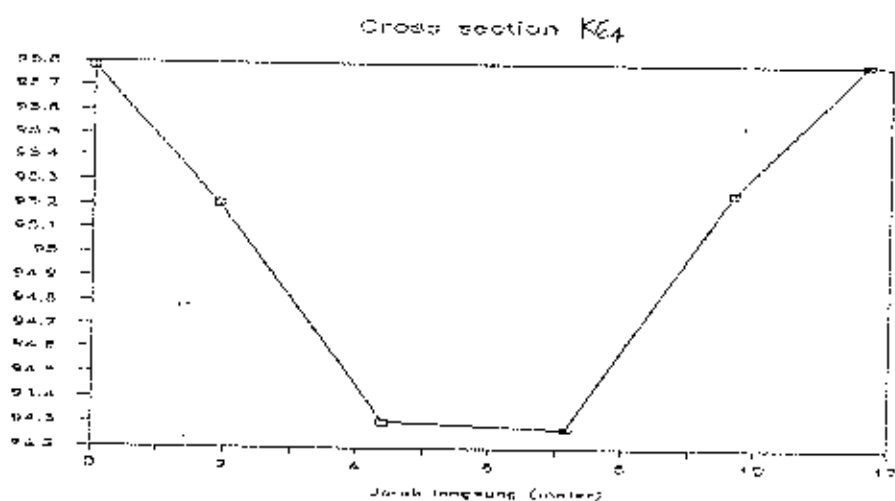
Cross section K62



Head



Bed



Cross section KB₀

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			95.50	0.00
1.900	0.450	1.944	0.390	95.09	1.90
2.600	1.362	2.789	2.304	94.14	4.56
2.900	1.264	2.502	3.283	94.24	7.00
2.600	0.352	2.775	2.153	95.14	9.60
1.850	0.000	1.891	0.353	95.50	11.45
11.450		11.881	8.481		

$$R = 0.715$$

Cross section KB₁

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			95.53	0.00
2.500	0.429	2.537	0.535	95.10	2.50
2.400	1.331	2.584	2.112	94.20	4.90
1.800	1.283	1.801	2.353	94.25	6.70
2.100	0.415	2.291	1.783	95.12	8.80
2.450	0.000	2.485	0.508	95.62	11.25
11.250		11.679	7.792		

$$R = 0.624$$

Cross section KB₂

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			93.62	0.00
1.700	0.435	1.755	0.370	93.19	1.70
2.500	1.444	2.646	2.349	92.18	4.20
2.800	1.400	2.500	3.597	92.22	6.80
2.600	0.375	2.811	2.308	93.25	9.40
1.650	0.000	1.697	0.309	93.62	11.05
11.050		11.554	9.633		

$$R = 0.782$$

Cross section KB₃

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			95.71	0.00
1.700	0.445	1.757	0.378	95.27	1.70
2.600	1.276	2.730	2.237	94.43	4.20
2.500	1.351	2.501	3.284	94.26	6.80
2.700	0.425	2.831	2.398	95.29	9.50
1.500	0.000	1.539	0.319	95.64	11.00
11.000		11.378	8.616		

$$R = 0.757$$

Cross section KB₄

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			95.75	0.00
2.000	0.411	2.042	0.411	95.34	2.00
2.250	1.388	2.453	2.024	94.36	4.25
2.400	1.404	2.400	3.350	94.35	6.65
2.250	0.350	2.474	1.985	95.39	8.90
2.000	0.000	2.032	0.360	95.75	10.90
10.900		11.401	8.130		

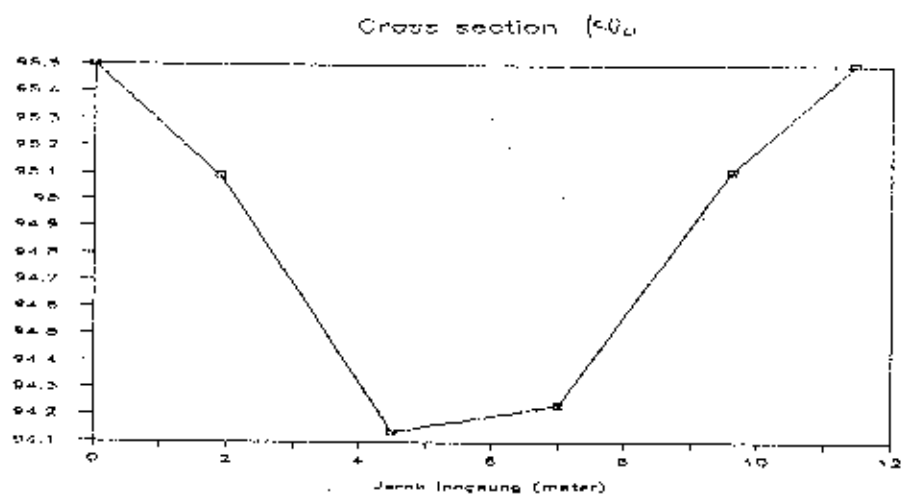
$$R = 0.713$$

Cross section KB₅

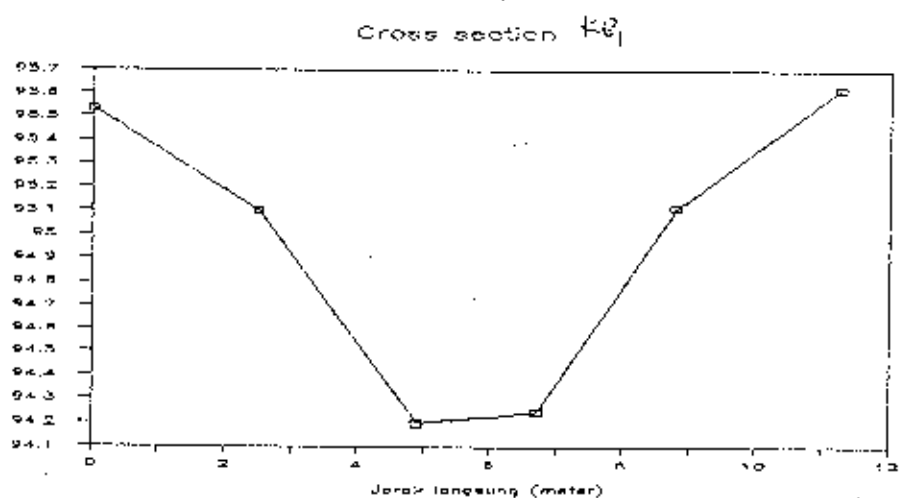
b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			95.77	0.00
1.600	0.368	1.651	0.293	95.40	1.60
2.400	1.377	2.654	2.092	94.39	4.00
2.550	1.358	2.551	3.421	94.40	5.55
2.600	0.354	2.791	2.324	95.42	8.35
1.600	0.000	1.639	0.283	95.81	10.97
10.950		11.416	8.412		

$$R = 0.737$$

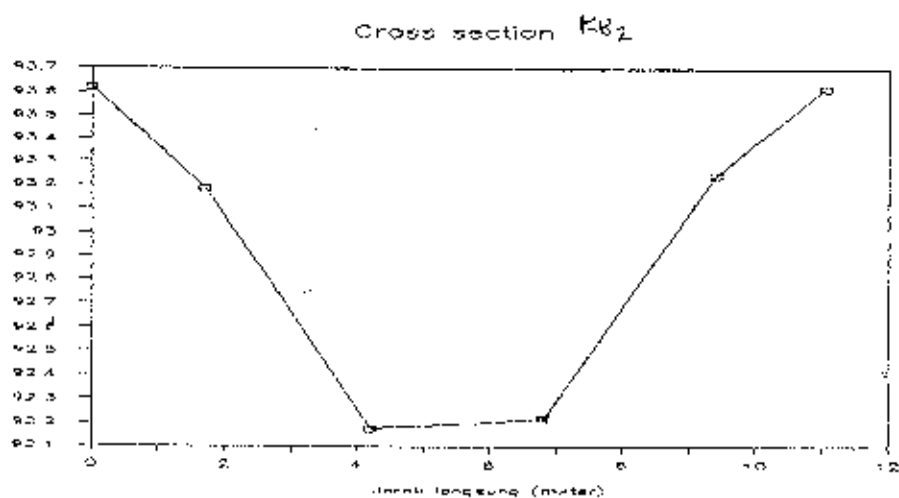
Baris



Baris

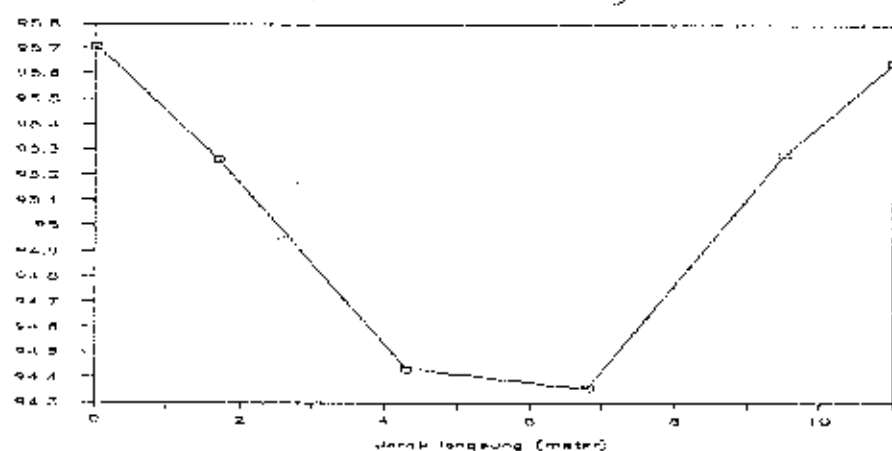


Baris



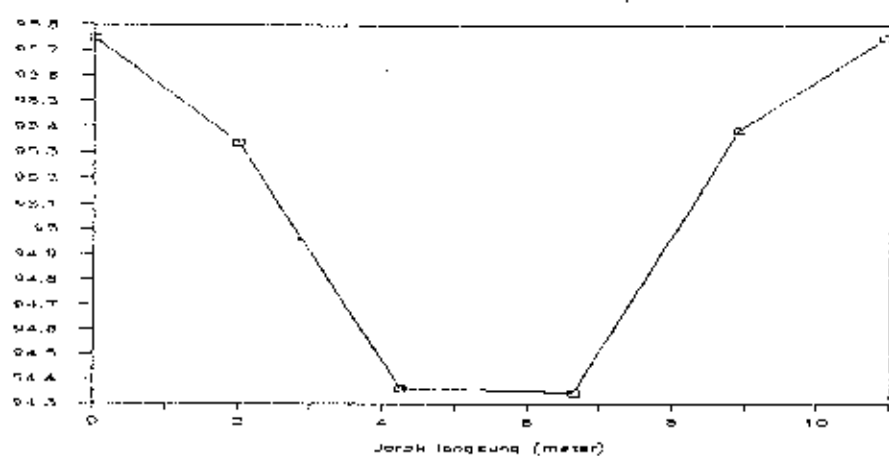
Daerah

Cross section K₈₃



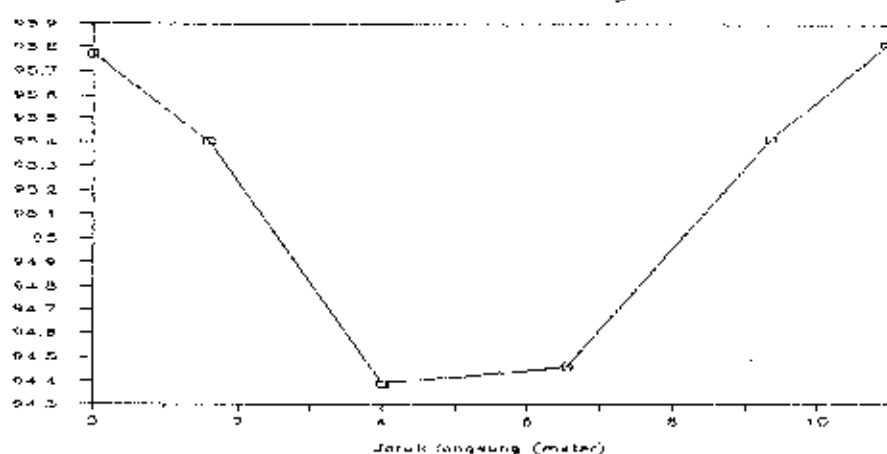
Daerah

Cross section K₈₄



Daerah

Cross section K₈₅



Cross section KA₀

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			106.24	0.00
2.050	0.321	2.075	0.329	105.92	2.05
2.900	1.332	3.071	2.397	104.91	4.95
2.800	1.305	2.800	3.692	104.99	7.75
2.700	1.402	2.701	3.657	104.80	10.45
2.000	0.000	2.442	1.402	106.28	12.45
12.450		13.090	11.474		

$$R = 0.677$$

Cross section KA₁

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			106.78	0.00
2.250	0.405	2.283	0.456	105.88	2.25
2.700	1.226	2.522	2.702	105.05	4.95
2.800	1.304	2.501	3.289	104.98	7.55
2.800	0.397	2.634	2.126	105.88	10.05
2.300	0.000	2.334	0.457	106.28	12.35
12.350		12.677	6.529		

$$R = 0.673$$

Cross section KA₂

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			106.34	0.00
2.700	0.410	2.740	0.431	105.93	2.70
2.850	1.365	3.006	2.529	104.98	4.95
2.600	1.365	2.600	3.549	104.98	7.55
2.800	0.386	2.966	2.451	105.95	10.35
2.000	0.000	2.037	0.366	106.24	12.35
12.350		12.749	9.305		

$$R = 0.733$$

Cross section KA₃

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			106.37	0.00
2.050	0.319	2.075	0.377	106.05	2.05
2.750	1.318	2.926	2.251	105.09	4.80
2.750	1.335	2.750	3.618	105.04	7.55
2.600	0.323	2.784	2.155	106.05	10.15
2.200	0.000	2.224	0.355	106.37	12.35
12.350		12.756	8.735		

$$R = 0.685$$

Cross section KA₄

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			106.40	0.00
2.200	0.554	2.275	0.719	105.75	2.20
2.700	1.330	2.783	2.878	105.07	4.90
2.800	1.331	2.800	3.725	105.01	7.70
2.800	0.715	2.557	2.835	105.68	10.80
1.700	0.000	1.845	0.509	106.40	12.70
12.700		12.590	10.598		

$$R = 0.842$$

Cross section KA₅

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			106.42	0.00
2.000	0.297	2.022	0.297	106.12	2.00
2.750	1.227	2.903	2.096	105.19	4.75
2.900	1.308	2.901	3.676	105.11	7.60
2.800	0.305	2.948	2.258	106.12	10.45
1.900	0.000	1.924	0.290	106.40	12.35
12.350		12.678	8.615		

$$R = 0.659$$

Cross section KA₆

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			105.45	0.00
2.200	0.325	2.224	0.352	105.12	2.20
2.700	1.370	2.875	2.225	105.13	4.90
2.800	1.351	2.800	3.711	105.12	7.70
2.800	0.330	2.970	2.325	105.12	10.50
1.700	0.000	1.732	0.261	106.45	12.20
12.200		12.602	5.905		

R = 0.707

Cross section KA₇

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			106.51	0.00
1.900	0.263	1.922	0.294	106.22	1.90
2.600	1.370	2.985	2.254	105.19	4.70
2.900	1.307	2.900	3.812	105.20	7.60
2.150	0.312	2.530	2.225	105.20	10.35
2.000	0.000	2.024	0.312	105.51	12.35
12.350		12.750	8.878		

R = 0.596

Cross section KA₈

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			105.51	0.00
1.700	0.311	1.722	0.265	105.20	1.70
2.800	1.448	3.021	2.980	105.08	4.50
2.800	1.405	2.800	3.991	105.11	7.30
2.700	0.320	2.925	2.329	105.19	10.00
2.200	0.000	2.224	0.352	105.51	12.20
12.200		12.602	5.305		

R = 0.710

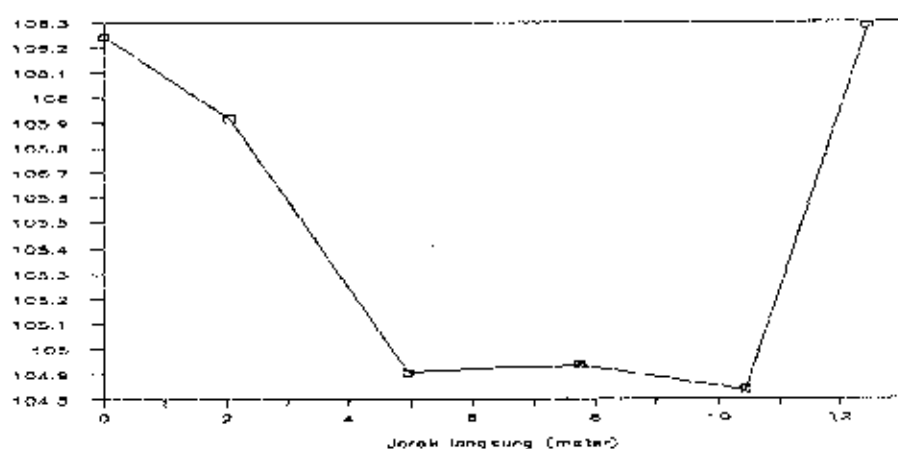
Cross section KA₉

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			106.55	0.00
2.000	0.317	2.025	0.317	106.23	2.00
2.750	1.319	2.927	2.250	105.23	5.75
2.800	1.325	2.800	3.702	105.23	7.55
2.750	0.312	2.929	2.251	106.24	10.30
1.800	0.000	1.827	0.281	106.55	12.10
12.100		12.507	8.500		

R = 0.704

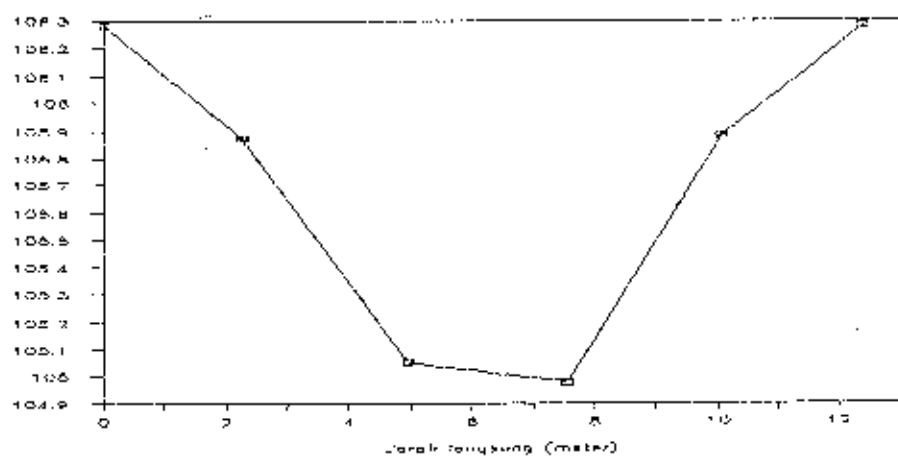
Elevasi

Cross section KA0



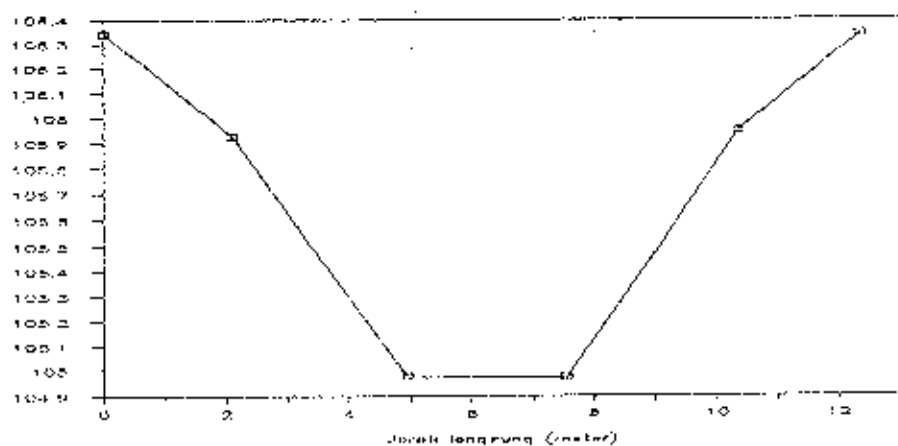
Elevasi

Cross section KA1



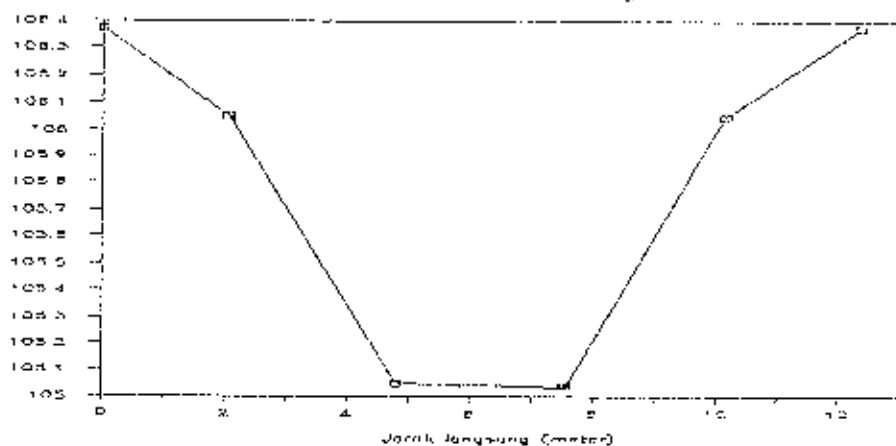
Elevasi

Cross section KA2



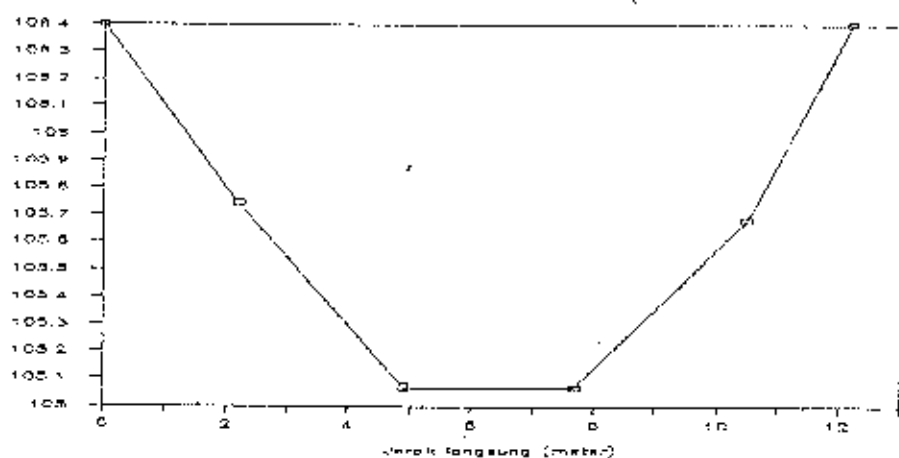
Elevasi

Cross section KA₃



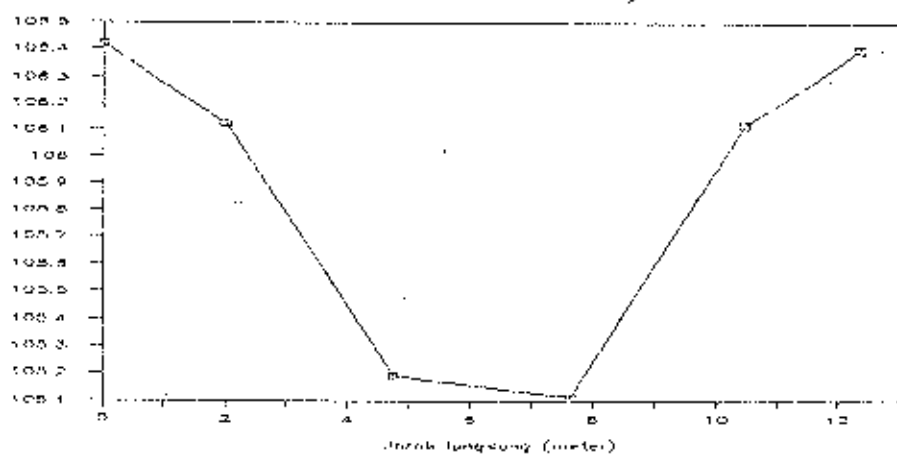
Elevasi

Cross section KA₄



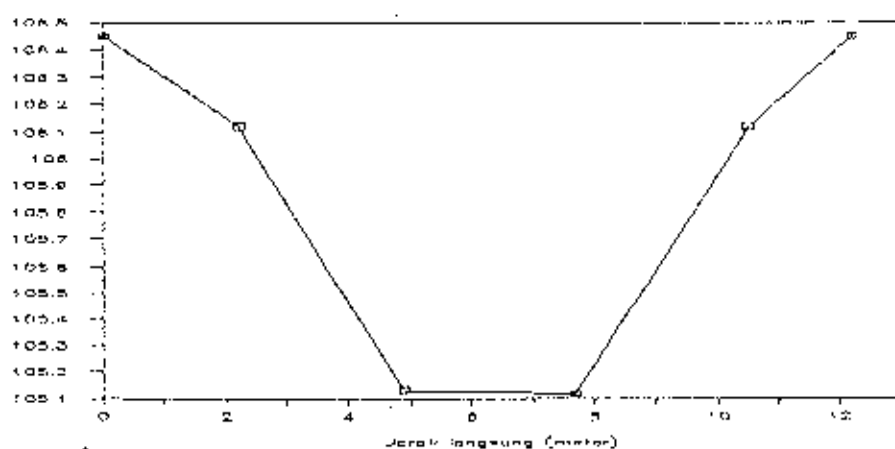
Elevasi

Cross section KA₅



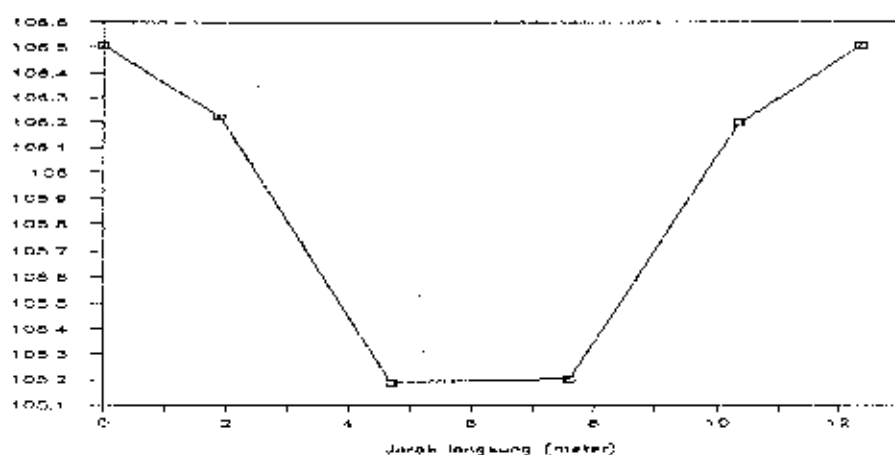
Elevasi

Cross section KA6



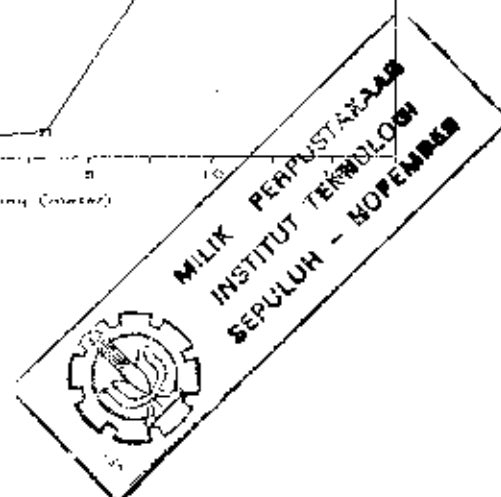
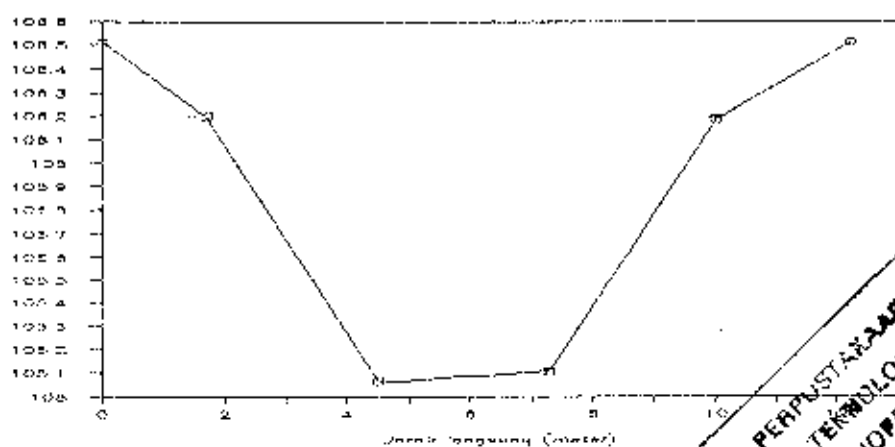
Elevasi

Cross section KA7

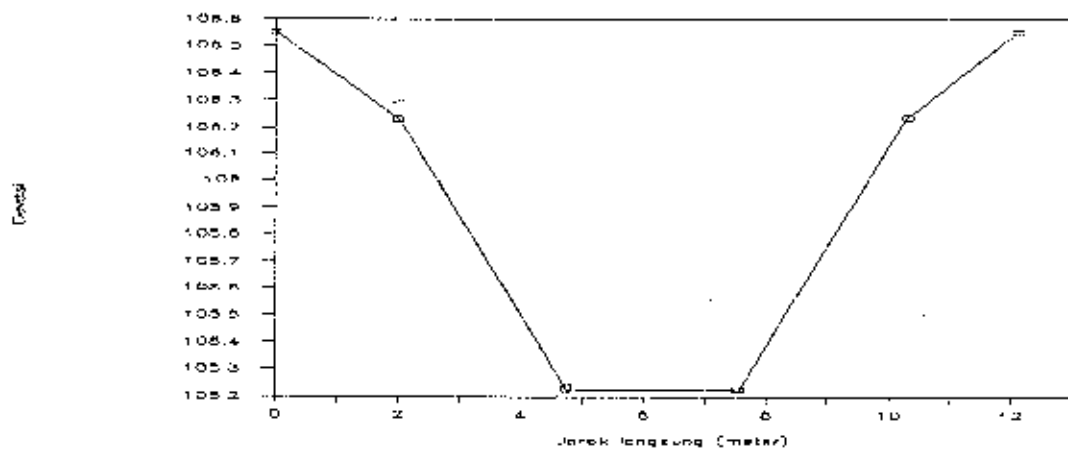


Elevasi

Cross section KA8



Cross section f_{Ag}



Cross section KM_0

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			103.32	0.00
2.000	0.650	2.103	0.550	102.57	2.00
3.000	1.263	3.062	2.870	102.06	5.00
2.500	1.224	2.500	3.109	102.10	7.50
2.500	0.853	2.533	2.535	102.47	10.00
2.000	0.000	2.174	0.853	103.35	12.00
12.000		12.373	12.078		

$$R = 0.614$$

Cross section KM_1

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			103.37	0.00
2.500	0.562	2.465	0.674	102.81	2.40
2.500	1.007	2.555	2.061	102.28	5.30
1.000	1.125	1.890	1.231	102.25	6.30
2.000	0.604	2.057	1.729	102.77	8.70
2.000	0.000	2.089	0.604	103.55	10.70
10.700		10.967	7.059		

$$R = 0.644$$

Cross section KM_2

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			103.42	0.00
1.650	0.712	1.822	0.637	102.65	1.65
2.500	1.506	2.505	2.898	101.91	5.55
2.400	1.482	2.400	3.586	101.94	6.55
3.000	0.903	3.060	3.578	102.57	9.55
1.700	0.000	1.925	0.759	103.41	11.25
11.260		11.612	11.915		

$$R = 0.966$$

Cross section KM_3

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			103.45	0.00
1.700	0.554	1.788	0.471	102.90	1.70
2.800	1.360	2.914	2.680	102.09	4.50
2.000	1.290	2.901	3.893	102.15	7.50
3.000	0.603	3.094	2.690	102.85	10.40
1.500	0.000	1.617	0.957	103.45	11.90
11.900		12.313	10.285		

$$R = 0.815$$

Cross section KM_4

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			103.50	0.00
1.700	0.654	1.871	0.556	102.85	1.70
2.350	1.261	2.432	2.279	102.22	4.05
2.400	1.257	2.400	3.586	102.24	6.45
2.250	0.715	2.320	2.220	102.76	8.70
1.600	0.000	1.752	0.513	103.55	10.30
10.300		10.727	8.668		

$$R = 0.858$$

Cross section KM_5

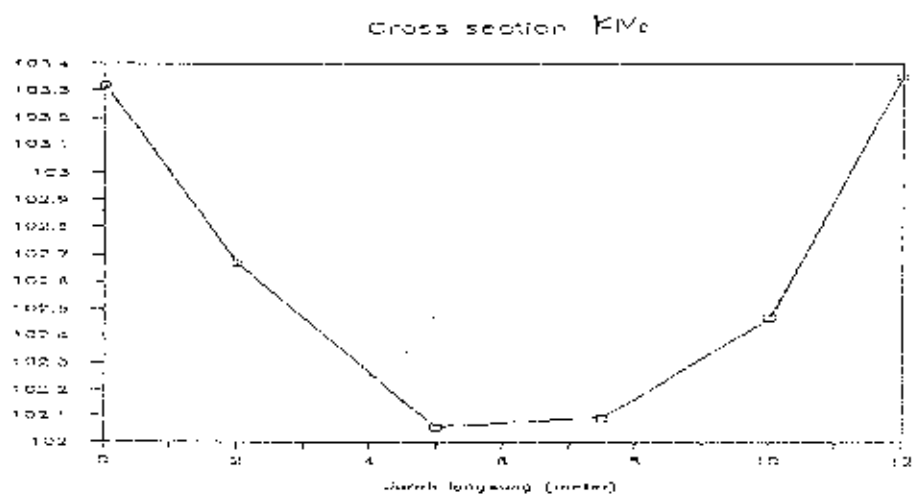
b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			103.52	0.00
1.800	0.631	1.907	0.565	102.89	1.80
2.550	1.220	2.715	2.453	102.30	5.45
2.550	1.229	2.550	3.122	102.29	7.00
2.800	0.534	2.869	2.552	102.93	9.80
1.200	0.000	1.991	0.564	103.52	11.70
11.700		12.432	9.259		

$$R = 0.770$$

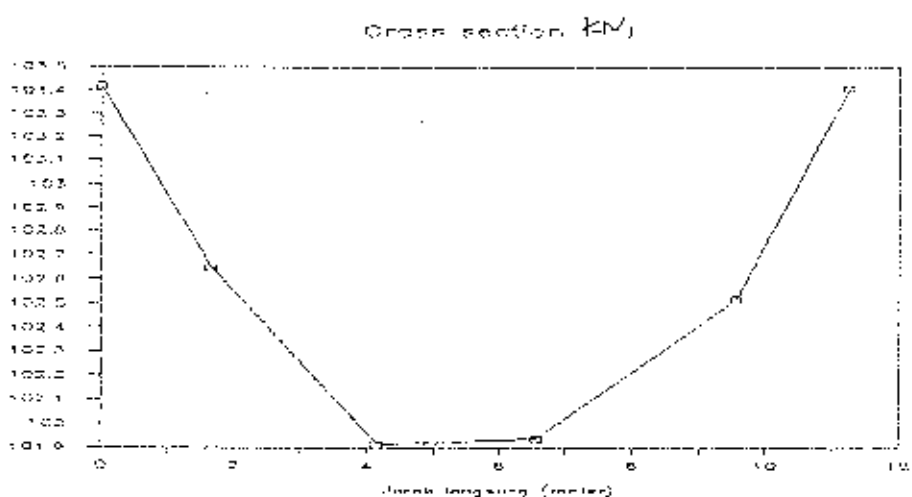
Cross section K_{54}

D	H	O	A	KLEVASI	JARAK
0.000	0.000			103.58	0.00
1.650	0.527	1.624	0.487	103.05	1.65
2.200	1.227	2.309	1.929	102.35	4.05
2.300	1.218	2.300	2.812	102.36	5.35
2.600	0.551	2.880	2.477	103.03	9.15
1.700	0.000	1.787	0.468	103.65	10.85
10.850		11.200	8.174		
R = 0.730					

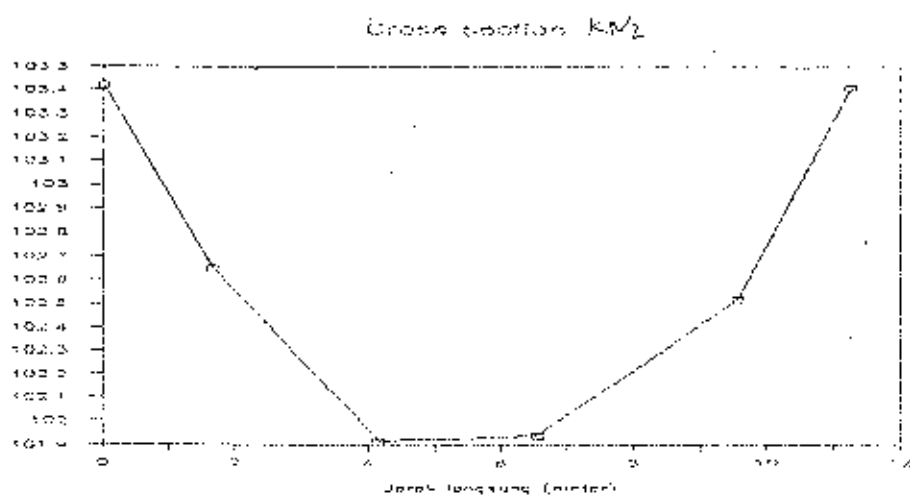
Elevasi



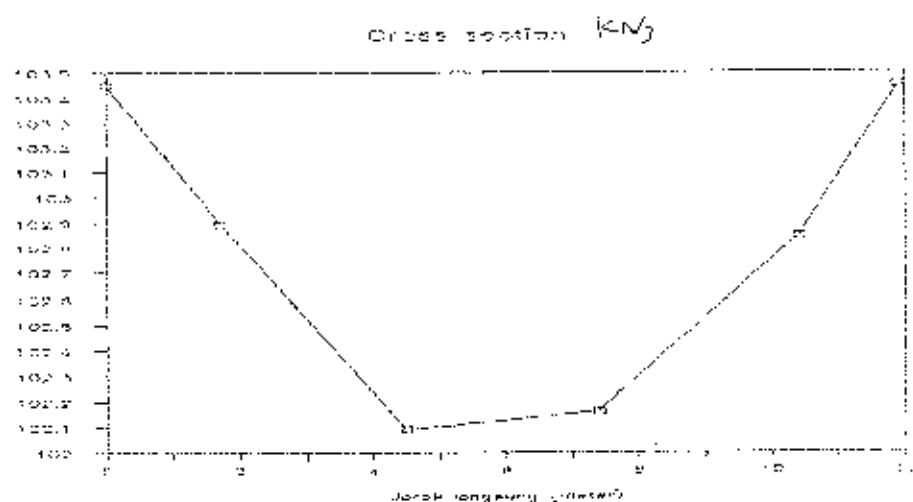
Elevasi



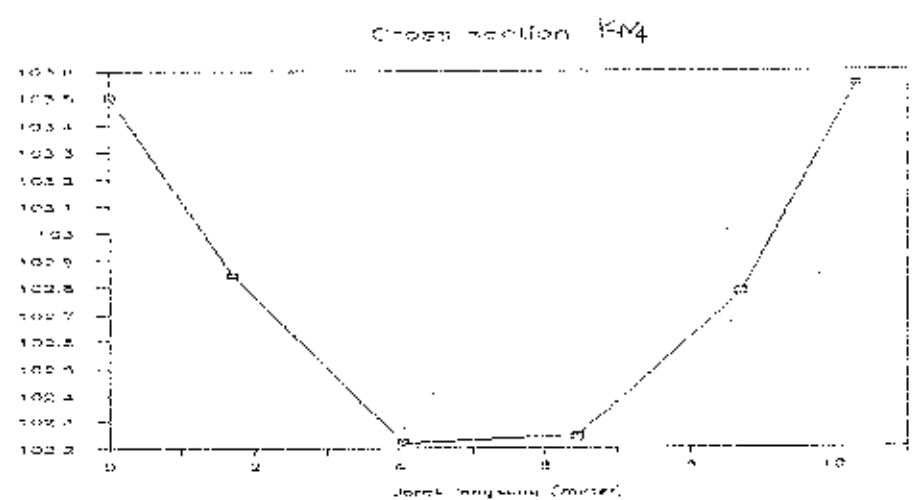
Elevasi



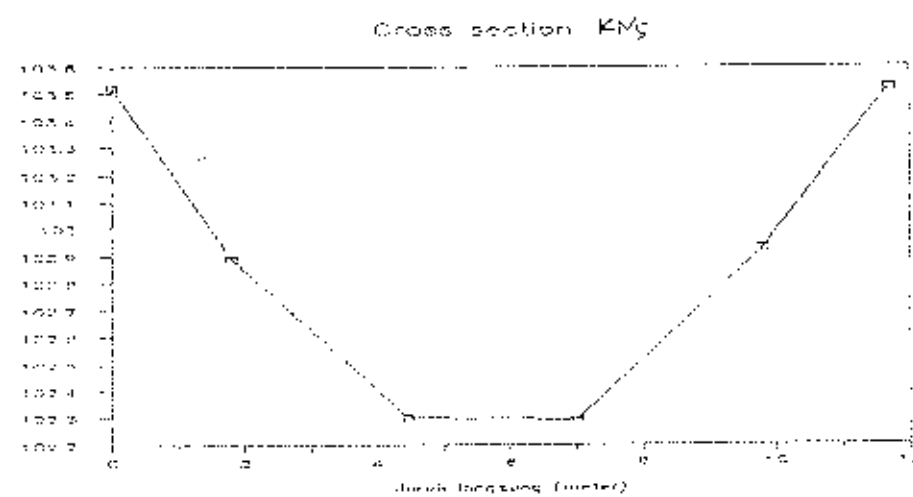
km3



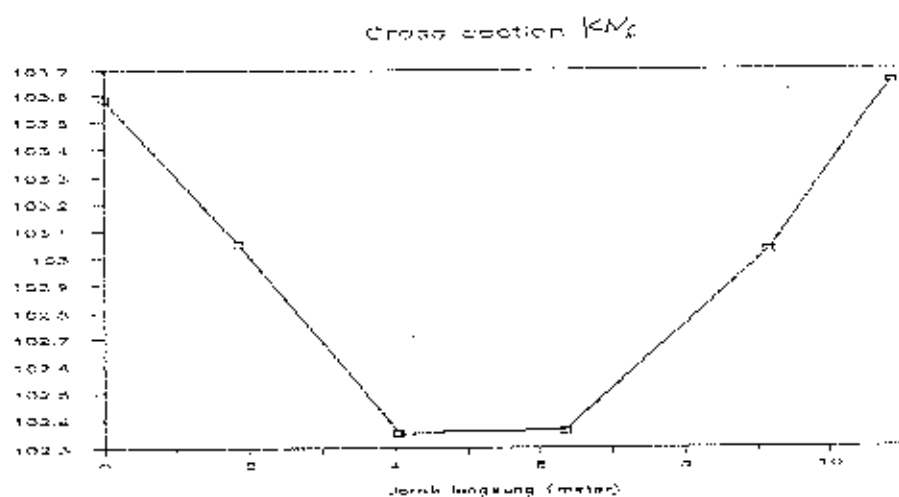
km4



km5



1000



Cross section KK_0

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.75	0.00
1.300	0.357	1.348	0.232	115.38	1.30
1.800	1.242	2.006	1.439	114.50	3.10
2.600	1.238	2.500	3.724	114.50	5.70
1.750	0.462	1.381	1.435	115.34	7.45
1.400	0.000	1.457	0.281	115.77	8.85

0.650 : : 9.352 : 6.612 :

R = 0.707

Cross section KK_1

b	B	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.77	0.00
1.900	0.336	1.929	0.319	115.43	1.90
2.200	1.259	2.388	1.760	114.51	5.10
1.800	1.036	1.838	2.128	115.67	5.90
1.700	0.253	1.978	1.147	115.57	7.10
1.500	0.000	1.521	0.190	115.77	9.10

9.100 : : 9.624 : 5.540 :

R = 0.576

Cross section KK_2

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.81	0.00
1.350	0.304	1.364	0.205	115.51	1.35
2.200	1.246	2.353	1.705	114.56	3.55
2.100	1.281	2.130	2.853	114.53	5.65
2.300	0.275	2.496	1.791	115.53	7.95
1.450	0.000	1.476	0.200	115.81	9.40

9.400 : : 9.849 : 8.504 :

R = 0.665

Cross section KK_3

b	B	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.85	0.00
1.400	0.375	1.450	0.263	115.47	1.40
2.100	1.291	2.291	1.730	114.56	3.50
2.300	1.294	2.300	2.973	114.56	5.60
2.050	0.281	2.285	1.814	115.57	7.85
1.350	0.000	1.375	0.125	115.82	9.20

9.200 : : 9.705 : 6.790 :

R = 0.700

Cross section KK_4

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.88	0.00
1.250	0.342	1.298	0.214	115.54	1.25
2.000	1.265	2.178	1.547	114.58	3.25
2.000	1.223	2.000	2.425	114.66	5.25
1.600	0.305	1.626	1.222	115.58	6.85
1.400	0.000	1.433	0.214	115.88	8.25

8.250 : : 8.743 : 5.625 :

R = 0.547

Cross section KK_5

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.90	0.00
1.200	0.226	1.221	0.136	115.67	1.20
2.100	1.065	2.251	1.355	114.84	3.20
2.000	1.175	2.093	2.240	114.73	5.20
1.900	0.257	2.065	1.360	115.64	7.20
1.300	0.000	1.325	0.167	115.90	8.50

8.500 : : 8.875 : 5.250 :

R = 0.532

Cross section K_{K6}

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.92	0.00
1.150	0.314	1.192	0.151	115.61	1.15
2.100	1.210	2.295	1.632	114.68	3.25
2.000	1.227	2.000	2.467	114.69	5.25
1.650	0.325	2.154	1.514	115.59	7.25
1.050	0.000	1.039	0.171	115.90	8.25
8.250		8.760	5.955		

R = 0.582

Cross section K_{K7}

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.95	0.00
1.250	0.253	1.275	0.156	115.70	1.25
2.000	1.132	2.105	1.305	114.82	3.25
1.500	1.207	1.901	2.022	114.75	5.15
1.500	0.207	2.072	1.435	115.63	7.05
1.200	0.000	1.238	0.163	115.91	8.25
8.250		8.512	5.353		

R = 0.621

Cross section K_{K8}

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.95	0.00
1.300	0.255	1.325	0.156	115.70	1.30
1.900	1.223	2.134	1.491	114.73	3.20
2.050	1.208	2.050	2.492	114.74	5.25
2.000	0.267	2.212	1.471	115.69	7.25
1.000	0.000	1.034	0.132	115.95	8.25
8.250		8.760	5.554		

R = 0.545

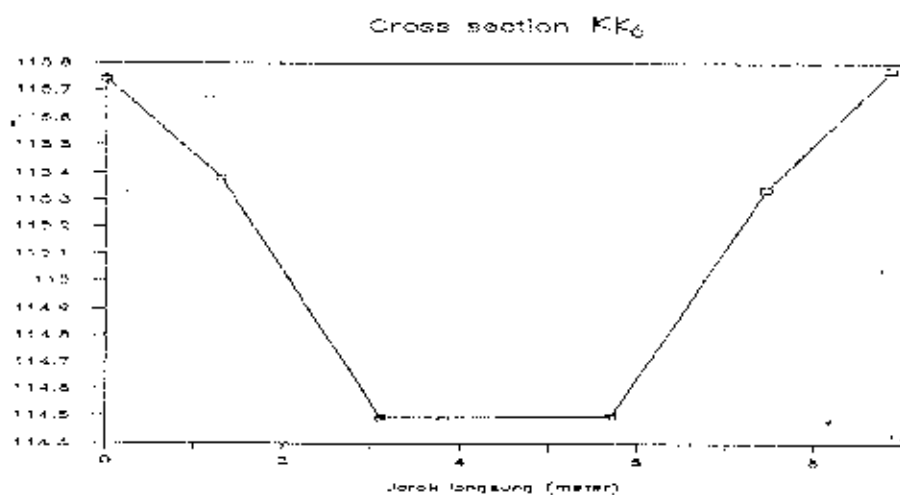
Cross section K_{K9}

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.98	0.00
1.050	0.354	1.108	0.165	115.63	1.05
1.900	1.218	2.087	1.493	114.75	2.95
2.100	1.253	2.100	2.542	114.78	5.05
2.000	0.305	2.179	1.509	115.56	7.05
1.200	0.000	1.235	0.162	115.95	8.25
8.250		8.732	5.912		

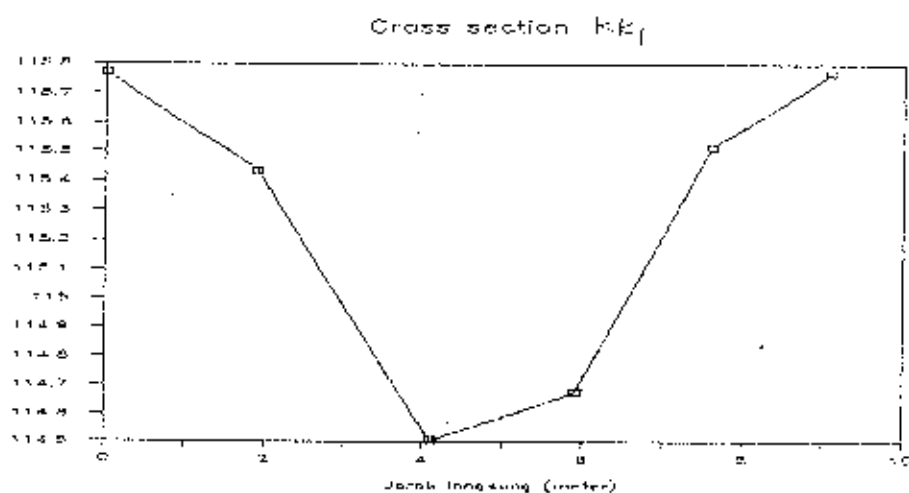
R = 0.677



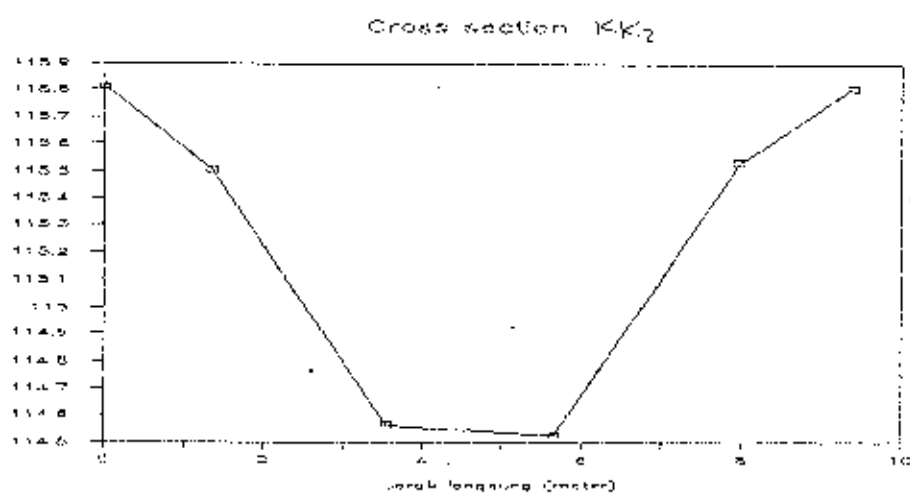
Stops



Stops

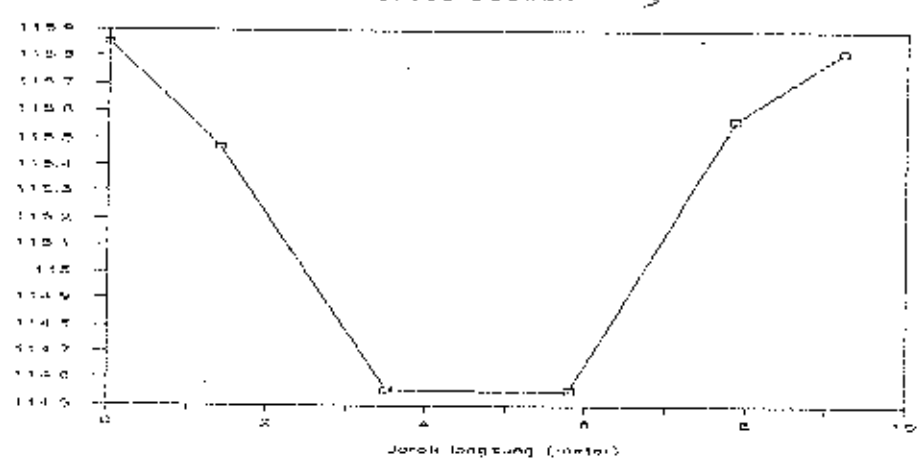


Stops



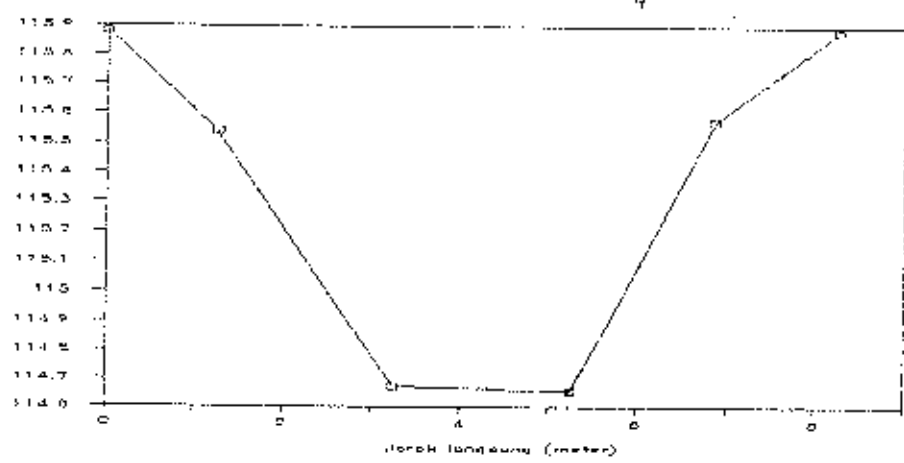
Elensi

Cross section KK₃



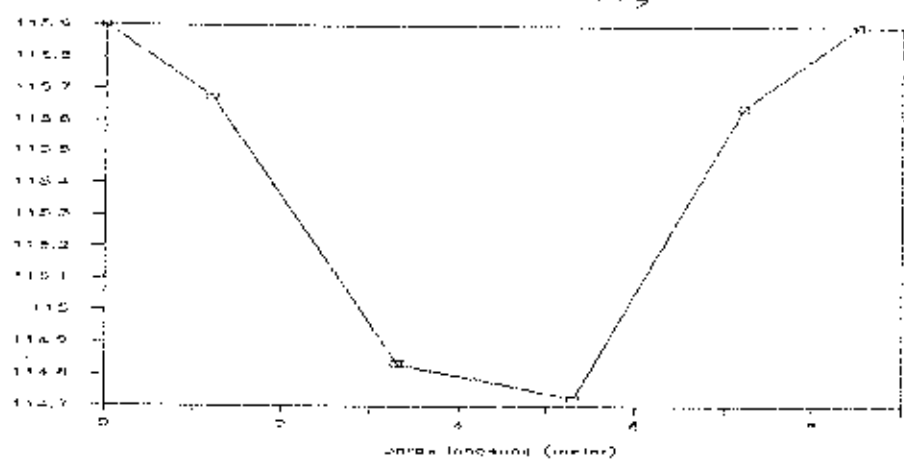
Elensi

Cross section KK₄



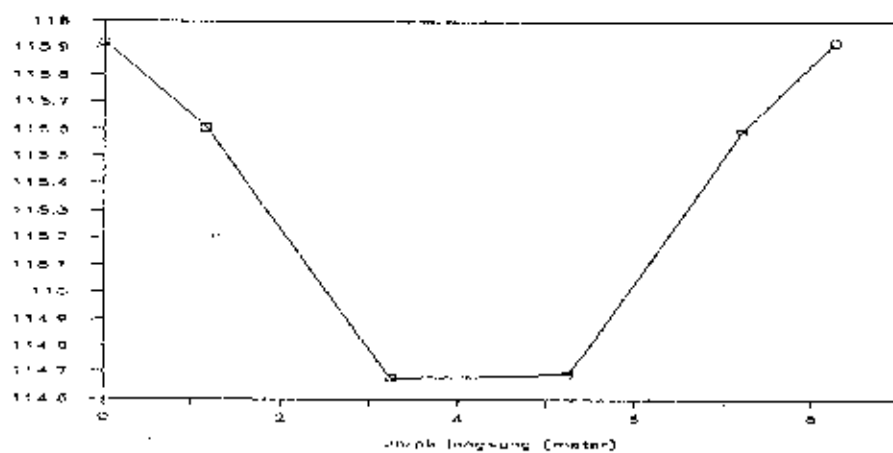
Elensi

Cross section KK₅



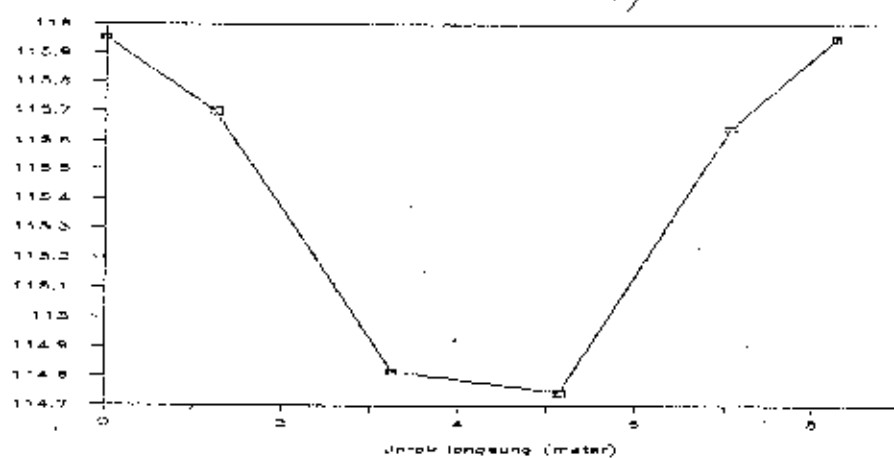
Elzara

Cross section KK₆



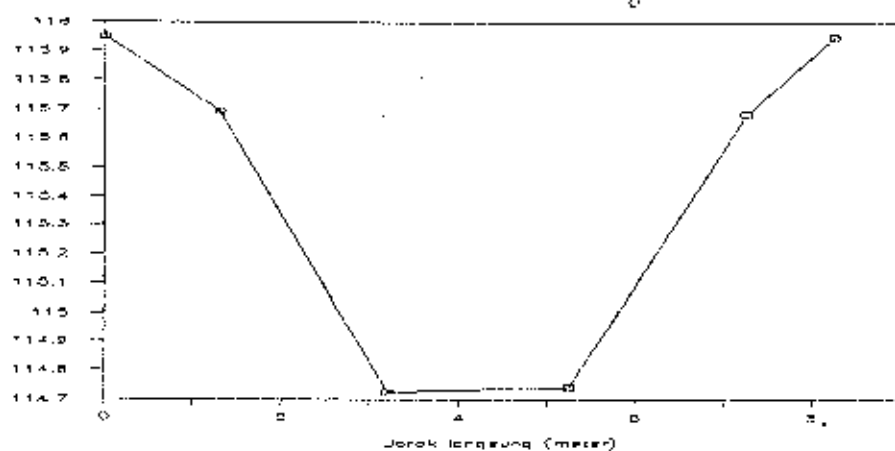
Elzay

Cross section KK₇

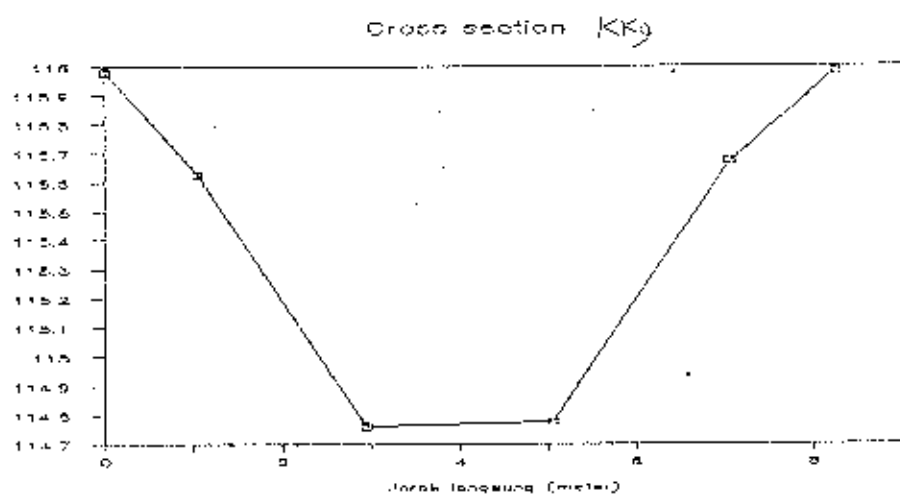


Elzay

Cross section KK₈



Dress



Cross section KC0

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.61	0.00
1.250	0.177	1.826	0.458	115.15	1.75
1.600	1.275	1.768	1.435	114.40	3.35
2.600	1.306	2.500	3.355	114.36	5.95
1.750	0.521	1.906	1.599	115.15	7.70
1.300	0.000	1.401	0.339	115.67	9.00
9.000		9.501	7.199		

$$R = 0.757$$

Cross section KC1

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.67	0.00
1.500	0.336	1.537	0.252	115.33	1.50
1.850	1.274	2.074	1.939	114.40	3.45
2.000	1.096	2.008	2.370	114.57	5.35
1.900	0.253	2.157	1.282	115.42	7.25
1.500	0.000	1.600	0.202	115.73	8.85
8.850		9.396	5.595		

$$R = 0.595$$

Cross section KC2

b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.73	0.00
1.200	0.487	1.295	0.292	115.29	1.20
2.300	1.238	2.420	1.989	114.49	3.50
2.500	1.233	2.100	2.595	114.50	5.60
2.000	0.455	2.148	1.688	115.28	7.60
1.250	0.000	1.330	0.284	115.74	8.85
8.850		9.293	6.843		

$$R = 0.736$$

Cross section KC3

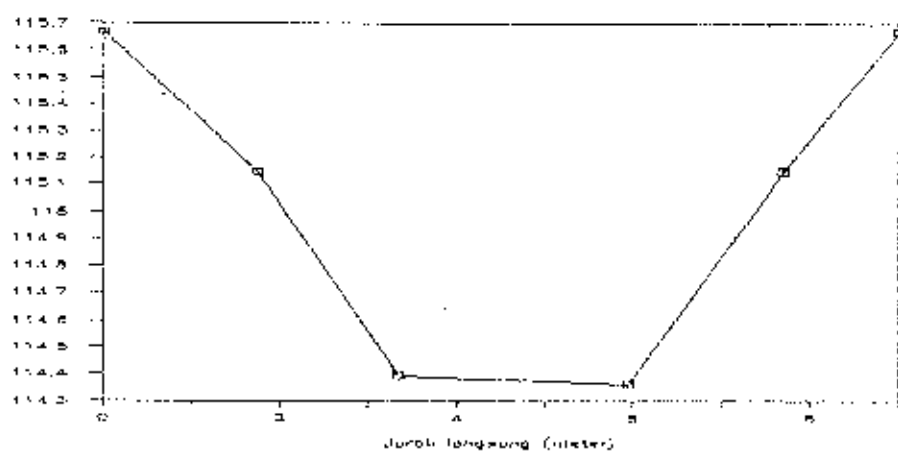
b	H	O	A	ELEVASI	JARAK
0.000	0.000			115.73	0.00
1.300	0.432	1.378	0.281	115.30	1.30
2.000	1.257	2.162	1.684	114.48	3.30
2.500	1.250	2.100	2.627	114.48	5.40
2.050	0.435	2.207	1.727	115.30	7.45
1.350	0.000	1.418	0.294	115.75	8.40
8.400		9.259	6.613		

$$R = 0.714$$



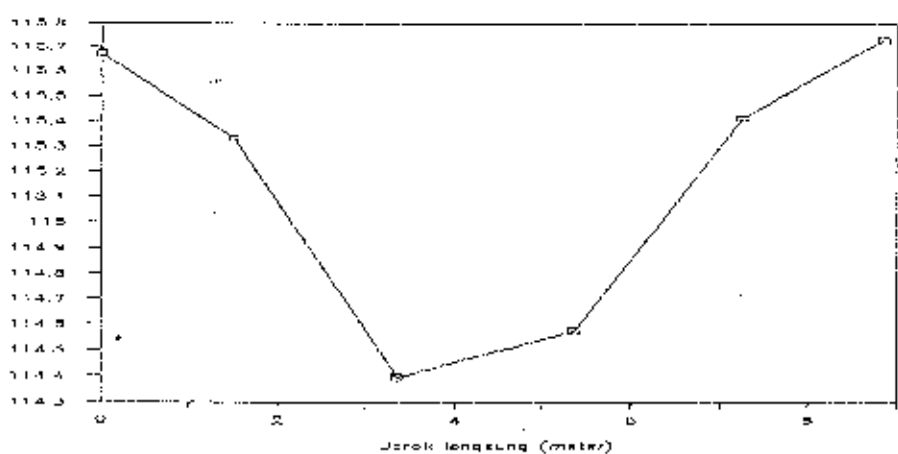
Elevasi

Cross section KC0



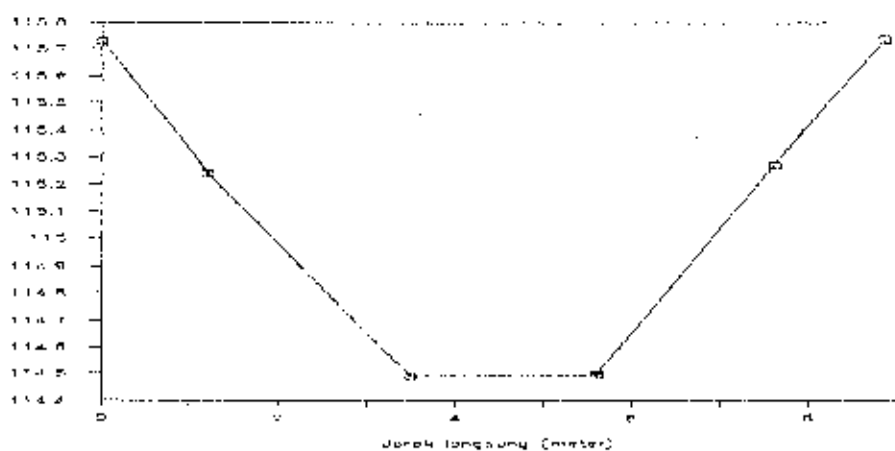
Elevasi

Cross section KC1

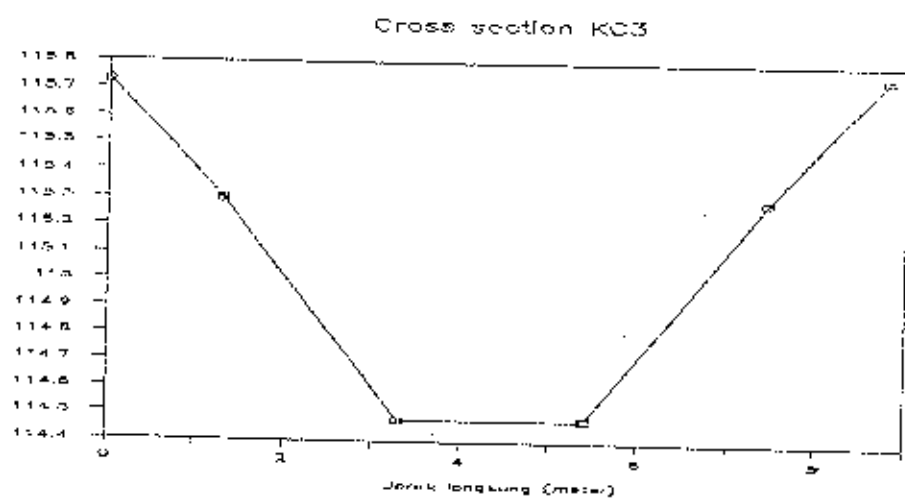


Elevasi

Cross section KC2



Elev



KATA PENGANTAR

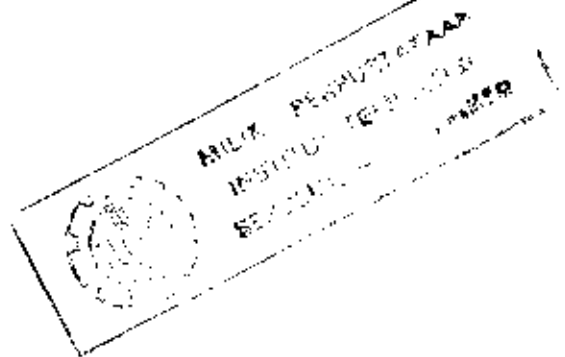
Dengan memanjatkan doa dan puji syukur kehadirat Allah SWT, karena hanya atas karuniaNya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, hal tersebut sebagai pemenuhan persyaratan kurikulum bagi mahasiswa tahap sarjana di Fakultas Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya untuk memperoleh gelar kesarjanaannya.

Adapun dalam tugas akhir ini kami mencoba membahas tentang *STUDY PERBAIKAN KALI DENGKENG KABUPATEN KLATEN - KABUPATEN SUKOHARJO JAWA TENGAH*.

Dengan tersusunnya tugas akhir ini, kami mengucapkan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Ibu Ir.Fifi Sofia selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan petunjuk, pengarahan serta koreksinya yang sangat berharga bagi kami.

Pada kesempatan ini pula tidak lupa kami sampaikan ucapan terima kasih dan hormat kepada :

1. Ibu Ir.Anggrahini MSc, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan I.T.S. dan ketua bidang studi hidroteknik.
2. Staf pimpinan dan karyawan Proyek Pengembangan Wilayah Sungai Bengawan Solo.
3. Seluruh rekan mahasiswa yang telah banyak membantu kami



dalam memberikan petunjuk serta dukungannya dalam penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.

Namun kami menyadari bahwa pembahasan masalah dalam tugas akhir ini masih jauh dari sempurna mengingat kekurangan waktu dan kemampuan yang ada pada kami.

Untuk itu kami berharap mudah-mudahan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi almamater, Nusa dan Bangsa Indonesia.

Akhir kata dengan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya apabila ada yang berkenan memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar isi	iii
Abstraksi	v
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Umum	1
1.2. Lokasi studi	2
1.3. Latar Belakang	4
1.4. Ruang lingkup pembahasan	5
1.5. Tujuan dan sasaran	5
BAB II KEADAAN KALI DENGKENG SEKARANG	
2.1. Umum	8
2.2. Kependudukan	10
2.3. Keadaan tanah dan penggunaannya	12
2.4. Sumber air dan daerah Irigasi	12
2.4.1. Bendung-bendung irigasi di Kali Dengkeng ...	13
2.4.2. Daerah Irigasi Colo barat	15
2.5. Keadaan dan kapasitas alur sungai	15
2.5.1. Keadaan alur sungai	15
2.5.2. Kapasitas alur sungai	16
2.6. Masalah genangan banjir	18
BAB III ANALISA HIDROLOGI	
3.1. Umum	20
3.2. Analisa frekwensi banjir dari data debit	20
3.3. Analisa frekwensi banjir dari data hujan	21
3.3.1. Perhitungan curah hujan harian maksimum rata-rata wilayah	21
3.3.2. Probabilitas curah hujan	35
3.3.3. Koefisien pengaliran	64
3.4. Distribusi hujan	65
3.5. Perhitungan unit hidrograf	72

BAB IV PERENCANAAN PERBAIKAN SUNGAI

4.1. Umum	116
4.2. Analisa kapasitas sungai	117
4.2.1. Dasar perhitungan	117
4.2.2. Perhitungan kapasitas sungai	117
4.3. Perencanaan propil sungai	122
4.4. Pengeruh kenaikan muka air akibat pertemuan sungai ..	123
4.5. Usaha perbaikan tanggul	136
4.6. Analisa kemantapan lereng	143

BAB V PENINJAUAN TERHADAP SEDIMENTASI

BAB VI ANALISA EKONOMI

6.1. Umum	162
6.2. Perhitungan biaya	163
6.2.1. Perhitungan kerugian potensi akibat banjir ..	167
6.2.2. Keuntungan pertanian	168
6.3. Perhitungan analisa ekonomi	170

KESIMPULAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

GAMBAR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. UMUM.

Sungai adalah suatu sistem yang dibentuk oleh alam untuk mengalirkan air, adapun air yang mengalir di sungai berasal dari :

- Hujan yang langsung jatuh di sungai.
- Mata air (sumber).
- Air tanah yang merembes di tebing sungai.
- Air limpasan/ aliran permukaan.

Manusia baik secara langsung maupun tidak langsung sangat membutuhkan air untuk kebutuhan hidupnya. Maka peranan air sungai bagi kehidupan manusia adalah sangat besar sekali diantaranya :

- Sebagai air irigasi.
- Sumber protein hewani.
- Irigasi.
- Prasarana transportasi.
- Pembangkit listrik tenaga air (PLTA).

Tetapi apabila tidak dilestarikan atau dikembangkan maka peranan sungai akan sangat membahayakan diantaranya adalah :

- Dapat menyebabkan banjir.
- Material yang dibawa dapat mendangkalkan sungai.
- Alirannya dapat merusak bangunan-bangunan yang ada.

Dalam usaha mengalirkan air ketempat yang rendah / menuju kemuara, selain mengadakan perubahan-perubahan pada palung sungai yang dilaluinya. Perubahan-perubahan tersebut dapat menyebabkan terjadinya proses penggerusan, pengangkutan dan pengendapan. Ketiga proses tersebut tergantung pada besarnya debit dan kecepatan aliran yang mengalir. Penggerusan dan pengangkutan yang besar terjadi pada musim penghujan. Bila debit berkurang maka kecepatan aliran akan menjadi kecil sehingga terjadi proses pengendapan.

Akibat proses pengendapan terjadilah pendangkalan pada palung sungai tersebut dan proses ini akan berlangsung terus sehingga terjadi ketidak seimbangan antara penampang sungai dengan debit yang mengalir. Ketidak seimbangan inilah yang menyebabkan peluapan, sehingga penggenangan di daerah sekitar sungai.

Demikian juga halnya dengan luapan air / banjir yang berasal dari Kali Dengkeng akan menyebabkan genangan-genangan pada daerah persawahan maupun daerah pemukiman penduduk disekitar sungai tersebut, yang dapat menyebabkan kerusakan-kerusakan dan kerugian-kerugian yang tidak sedikit jumlahnya.

1.2. LOKASI STUDI.

Secara administrasi pemerintahan, lokasi studi terletak di Kabupaten Klaten dan Sukoharjo, propinsi Jawa Tengah

Di Kabupaten Klaten, lokasi studi meliputi enam kecamatan yaitu:

- Kecamatan Gantiwarno.
- Kecamatan Wedi.
- Kecamatan Bayat.
- Kecamatan Cawas.
- Kecamatan Karangdowo.
- Kecamatan Juwiring.

Sedangkan di daerah Kabupaten Sukoharjo, lokasi studi meliputi dua kecamatan yaitu :

- Kecamatan Tawangsari.
- Kecamatan Weru.

Adapun menurut geografinya, lokasi studi terletak pada sekitar $7^{\circ}30'$ LS dan $110^{\circ}30'$.

Untuk mencapai lokasi studi, dapat dilakukan melalui jalur-jalur sebagai berikut:

- a. Bagian hulu Kali Dengkeng yang dijangkau melalui jalan negara Solo-Yogyakarta, diantaranya KM 40 dan KM 45 dari Solo berbelok ke Selatan lewat beberapa jalan kabupaten menuju Kecamatan Gantiwarno.
- b. Bagian tengah Kali Dengkeng dapat dicapai melalui jalan negara Solo-Yogyakarta diantara kota Karangwuni dan Klaten berbelok ke Tenggara lewat beberapa jalan Kabupaten menuju Kecamatan Cawas.
- c. Bagian hilir Kali Dengkeng dapat dijangkau melalui Kecamatan Karangdowo untuk daerah sebelah kiri,

sedangkan sebelah kanan dapat dijangkau melalui Kabupaten Sukoharjo.

1.3. LATAR BELAKANG.

Berdasarkan data kependudukan dan tata guna lahan, Kali Dengkeng mengalir didaerah yang padat penduduknya sehingga seringkali menimbulkan permasalahan yang cukup serius. Pendapatan utama penduduk sepanjang Kali Dengkeng adalah dari hasil pertanian antara lain : padi, polowijo dan beberapa budidaya tambahan. Disamping itu terdapat pula beberapa industri kecil yang cukup potensial antara lain tenun, logam dan lain-lain. Akan tetapi mata pencaharian penduduk tersebut sering terganggu oleh genangan banjir yang disebabkan oleh luapan Kali Dengkeng, akibat kapasitas alur yang tidak mencukupi maupun air hujan yang tidak dapat segera dibatasi kesungai akibat sistem drainase yang kurang berfungsi.

Keadaan yang kurang menguntungkan itu masih diperburuk oleh belum adanya penanganan sungai secara terpadu. Sebagai gambaran belum adanya gambaran secara terpadu ialah terdapatnya minat penduduk setempat untuk memanfaatkan air Kali Dengkeng dengan membuat beberapa bendung irigasi tanpa melihat akibat yang ditimbulkan. Disatu sisi bendung-bendung tersebut sekilas menguntungkan, tetapi dalam waktu tertentu justru bendung-bendung tersebut menimbulkan banjir di bagian hulunya.



Air banjir yang menggenang terlalu lama akan menyebabkan beberapa kerugian antara lain kerusakan infrastruktur, terisolasinya suatu pemukiman, permasalahan kesehatan dan sebagainya.

1.4. RUANG LINGKUP PEMBAHASAN.

Karena terbatasnya waktu yang diberikan pada kami, maka ruang lingkup pembahasan meliputi :

- Analisa frekwensi banjir.
- Analisa penyebab banjir.
- Rencana pengendalian banjir.
- Bangunan pengendali banjir.
- Analisa ekonomi.

1.5. TUJUAN DAN SASARAN.

Tujuan dari studi perencanaan teknis perbaikan Kali Dengkeng ini antara lain :

- Melewatkan dengan aman dan cepat debit-debit terutama debit banjir.
- Mengusahakan agar dimensi sungai baik propil melintang maupun propil memanjang sesuai dengan debit yang direncanakan.

Sasaran yang akan dicapai dalam hal ini adalah :

- Diharapkan banjir dan luapan yang menimbulkan kerugian /kerusakan setiap tahunnya dapat dikendalikan.
- Peningkatan daerah pemukiman penduduk, hal ini dapat mencegah dan mengurangi penderitaan masyarakat setempat

dari gangguan banjir.

- Mencari alternatif pemecahan.

BAB II

KEADAAN KALI DENGKENG SEKARANG

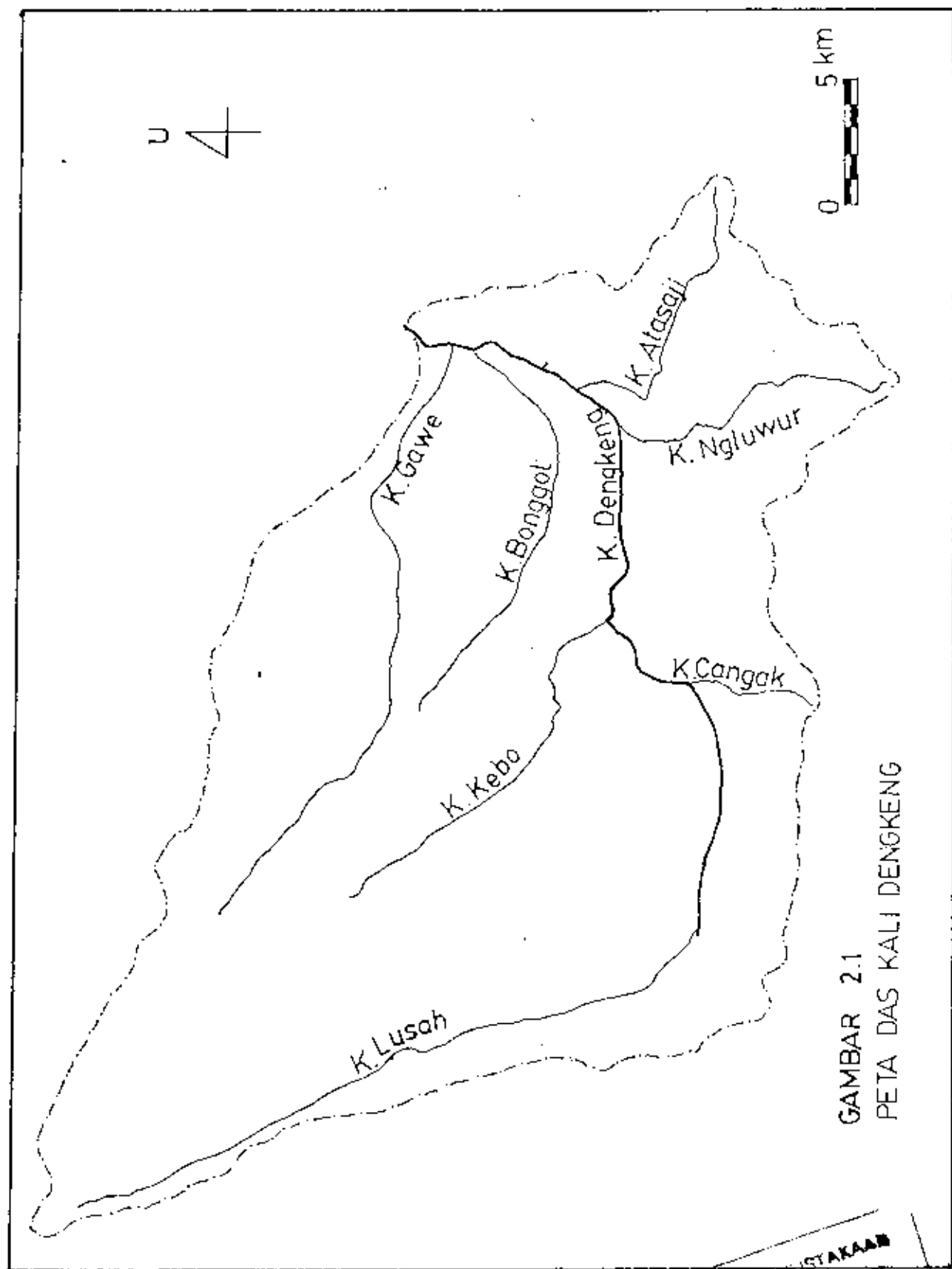
2.1. UMUM.

Kali Dengkeng merupakan anak sungai terbesar di Bengawan Solo hulu dengan panjang kurang lebih 60 km dan menampung air dari areal seluas 830 km². Kali Dengkeng mempunyai beberapa anak sungai yang berasal dari gunung Merapi dan pegunungan Seribu, yaitu Kali Lusah, mengalir ke arah Timur dan bertemu dengan Kali Dengkeng. Beberapa anak sungai seperti Kali Cangak, Kali Kebo dan Kali Ngluwur menggabung menjadi satu dengan Kali Dengkeng. Sesudah itu Kali Dengkeng membelok ke arah Timur Laut hingga Bendung Pencit. Didaerah itu masuk sebuah anak sungai yaitu Kali Atasaji. Pada sekitar tahun 1972 dilaksanakan pelurusan sungai dari bendung Pencit ke muara Kali Dengkeng di Bengawan Solo. Didaerah yang lurus ini terdapat anak sungai yang masuk di Kali Dengkeng yaitu Kali Bonggol dan Kali Gawe, yang terletak sekitar 16 km sebelah Selatan kota Solo, seperti pada gambar 2.1.

Dalam perjalanannya Kali Dengkeng menimbulkan banyak permasalahan terhadap daerah yang dilewatinya. Beberapa usaha yang dilakukan antara lain:

- Pengontrol pasir dari Gunung Merapi.
- Pembuatan tanggul.
- Pembangunan bendung-bendung irigasi.

Bangunan-bangunan tersebut sedikit banyak telah mempunyai andil terhadap penanganan maupun pemanfaatan Kali Dengkeng,



GAMBAR 2.1
PETA DAS KALI DENGKENG



akan tetapi akibat berkurangnya fungsi bangunan-bangunan diatas atau tidak adanya perencanaan secara integral, Kali Dengkeng masih tetap menimbulkan permasalahan bagi penduduk sekitarnya.

Namun demikian masih ada permasalahan yang dianggap cukup serius diantaranya adalah genangan yang hampir setiap tahun. Genangan-genangan tersebut sering ada didaerah daerah sebagai berikut:

1. Kabupaten Klaten

- Kecamatan Juwiring.
- Kecamatan Wedi.
- Kecamatan Cawas.
- Kecamatan Karangdowo.
- Kecamatan Gantiwarno.

2. Kabupaten Sukoharjo

- Kecamatan Weru.
- Kecamatan Tawangsari.

Guna memfokuskan permasalahan dan pemecahan pembahasan-pembahasan berikut dibatasi pada daerah-daerah tersebut diatas.

2.2. KEPENDUDUKAN.

Kali Dengkeng melewati daerah yang padat penduduknya, dengan kepadatan penduduk sekitar 1500 jiwa/km². Kepadatan penduduk terbesar adalah Kecamatan Juwiring diikuti Kecamatan Cawas dan Kecamatan Gantiwarno.



Distribusi kepadatan penduduk di Kali Dengkeng adalah seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Distribusi kepadatan penduduk

NO	KABUPATEN /KECAMATAN	JUMLAH DESA (BUAH)	LUAS WILAYAH (KM ²)	PENDUDUK (ORANG)	KEPADATAN PENDUDUK RATA-RATA ORANG/KM ²
KLATEN					
1.	Juwiring	8	8,99	16.309	1.814
2.	Wedi	10	13,62	18.055	1.325
3.	Cawas	17	33,04	56.055	1.700
4.	Karangdowo	12	19,72	29.769	1.510
5.	Gantiwarno	7	11,89	18.426	1.550
SUKOHARJO					
6.	Weru	4	13,46	19.568	1.455
7.	Tawwangsari	9	28,77	27.951	972
RATA-RATA		7	18,50	26.618	1.475,14

Mata pencaharian penduduk di daerah genangan meliputi pertanian, industri, pedagang, jasa, pegawai dan lain sebagainya.

Berdasarkan survey lapangan, prosentase mata pencaharian penduduk adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2. Prosentase mata pencaharian penduduk

No	Mata pencaharian	Prosentase (%)
1	Petani	45,47
2	Pengusaha	1,24
3	Buruh industri	6,83
4	Buruh bangunan	6,47
5	Pedagang	3,24
6	Angkutan	0,64
7	Pegawai negeri	3,12
8	Pensiunan	0,46
9	Lain-lain	32,51

2.3. KEADAAN TANAH DAN PENGGUNAANNYA

Berdasarkan peta tanah dari Badan Pertanahan Nasional (BPN) yang dikeluarkan tahun 1988 digambarkan bahwa tingkat kerusakan tanah didaerah aliran sungai Dengkeng masih dalam tingkat kategori aman. Didaerah genangan pada 7 kecamatan diatas, proyeksi penggunaan tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3. Penggunaan tanah didaerah genangan

Kecamatan	Tanah sawah (Ha)			Tanah kering (Ha)		
	Irigasi teknis	Irigasi semi teknis	Tadah hujan	Pekairangan	Lain lain	Jumlah
Juwiring	421,75	173,80	32,04	201,07	70,84	899,50
Wedi	428,28	369,24	38,01	338,38	187,67	1361,58
Cawas	538,73	1316,16	365,87	850,48	232,67	3303,91
Karangdowo	291,62	1010,00	124,73	368,01	159,74	1972,10
Gantiwarno	140,55	507,45	96,30	243,60	201,97	1189,87
Weru	—	426,35	107,23	419,34	393,13	1364,05
Tawang Sari	—	367,46	944,97	911,80	652,88	2877,11
Jumlah	1820,93	4170,46	1709,15	3350,68	1898,90	12950,12

Sumber : Monografi kecamatan-kecamatan, 1988.

2.4. SUMBER AIR DAN DAERAH IRIGASI

Air sungai Kali Dengkeng dan anak-anak sungainya telah banyak dimanfaatkan untuk irigasi, disamping itu disebelah kiri Kali Dengkeng terdapat sumber air lain berupa sebuah rawa yang dinamakan Rawa Jombor. Didaerah irigasi Rawa jombor mencakup daerah seluas 1163 Ha meliputi daerah sebelah kiri dan kanan Kali Dengkeng.

Untuk membawa air kearah sebelah kanan Kali Dengkeng

digunakan sebuah talang air yang melintasi Kali Dengkeng, sebelum masuk talang sebagian air dari Rawa Jombor juga dilimpahkan ke hilir Kali Dengkeng untuk suplesi Bendung Wiro pada saat musim kering. Debit suplesi maksimum diperkirakan sebesar 300 liter/detik.

Di daerah aliran sungai Dengkeng secara keseluruhan terdapat irigasi seluas 30908 Ha yang terdiri dari irigasi teknis seluas 12078 Ha, irigasi semi teknis seluas 11598 Ha dan sawah tadah hujan seluas 7232 Ha. Sebagian besar berfungsi dengan baik karena adanya pemeliharaan yang teratur dari Pemerintah Daerah.

2.4.1. BENDUNG-BENDUNG IRIGASI DI KALI DENGKENG

Disepanjang alur utama Kali Dengkeng terdapat 7 buah bendung irigasi dan sebuah talang air seperti pada tabel 2.4. Sedangkan disepanjang Kali Birin terdapat 6 buah bendung irigasi kecil milik desa setempat, lokasi bangunan dapat dilihat pada gambar 2.2.

Tabel 2.4. Bendung irigasi di alur utama Kali Dengkeng

No	Nama bendung	Lokasi* (m)	Daerah irigasi	Debit pengambilan (liter/dtk)
1	Bd. Wiro	21010	30,00	50
2	Bd. Jeto	18678	171,50	260
3	Bd. Talang	17738	863,60	1300
4	Bd. Tukuman**	15600	278,10	420
5	Bd. Klumpit	13364	78,50	120
6	Bd. Gunden	12338	321,00	590
7	Bd. Pencit**	7615	86,50	130

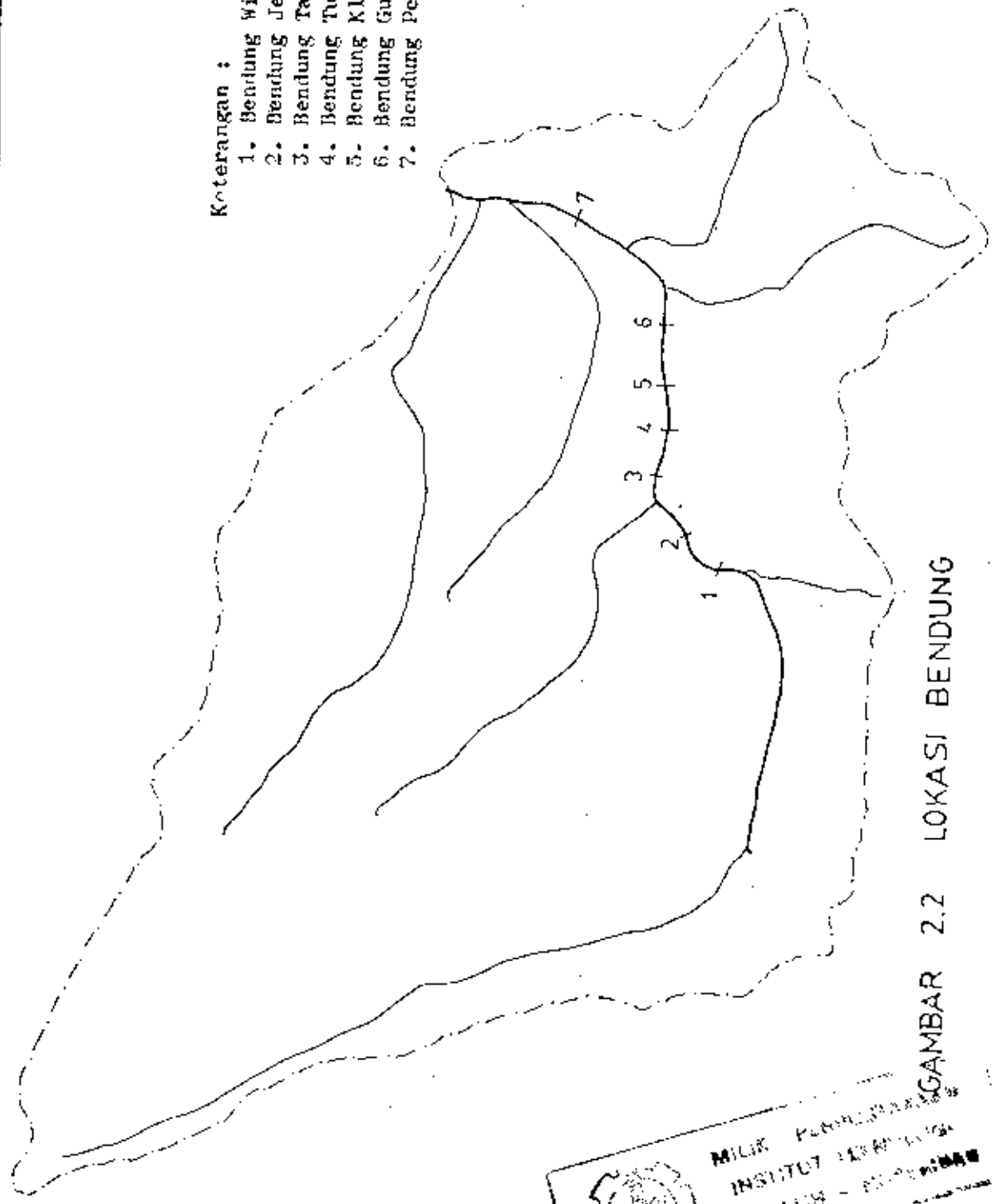
Sumber : Kantor Pengairan Kabupaten Klaten

Keterangan : * diukur dari muara (meter), ** dalam keadaan rusak berat.

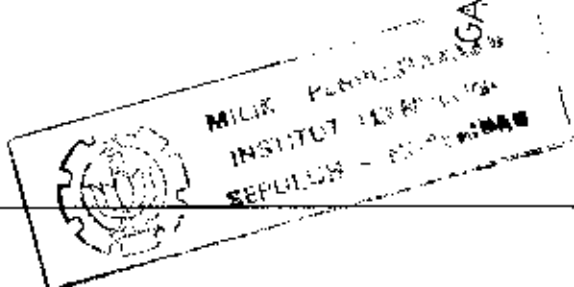
U
4

Keterangan :

1. Bendung Wiro
2. Bendung Jeto.
3. Bendung Talang
4. Bendung Tukuman
5. Bendung Klumpit
6. Bendung Gunden
7. Bendung Pencit



GAMBAR 2.2 LOKASI BENDUNG



2.4.2. DAERAH IRIGASI COLO BARAT

Sejak tahun 1982 di daerah Dengkeng hilir dilaksanakan pembangunan jaringan irigasi yang merupakan satu kesatuan dengan daerah irigasi Wonogiri. Dengan demikian seluruh daerah irigasi Bendung Pencit dan sebagian daerah irigasi Bendung Gunden terasiri oleh sistem irigasi tersebut. Saluran induk dari sistem irigasi Wonogiri melintasi Kali Dengkeng dengan sebuah siphon yang terletak sekitar 1,2 km di hulu Bendung Pencit.

2.5. KEADAAN DAN KAPASITAS ALUR SUNGAI

2.5.1. KEADAAN ALUR SUNGAI

Sebagian besar dasar Kali Dengkeng dan anak-anak sungainya terletak lebih tinggi dari pada daerah sekitarnya, sehingga hampir sepanjang sungai terdapat tanggul. Kemiringan dasar sungai bervariasi dari 1/340 di daerah hulu sampai 1/2000 di daerah hilir dengan lebar dasar bervariasi antara 20 meter sampai 45 meter. Untuk memperbesar kapasitas alur Kali Dengkeng pernah dilakukan penggalian dan peninggian tanggul oleh pihak proyek Bengawan Solo pada tahun 1980 sampai dengan 1983. Penggalian dilakukan dengan tenaga manusia dan volume galian diperkirakan sebesar 907.345 m³.

Berdasarkan sejarah, Kali Dengkeng merupakan sungai yang cukup labil, artinya angkutan material dasarnya cukup besar. Beberapa usaha telah dilakukan untuk menyeimbangkan gerakan sedimen sehingga dasar sungai cukup stabil, misalnya dalam rangka usaha mereduksi material lepas

hasil letusan Gunung Merapi yang akan mengalir ke Kali Dengkeng maka proyek Gunung Merapi telah melakukan usaha penanganan pada beberapa bangunan seperti pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Bangunan pengendali letusan Gunung Merapi

No	Nama bangunan	Jumlah	Kapasitas tampung (m^3).
1	Kantong pasir	2	2.650.000
2	Konsolidasi Dam	6	47.000
3	Check dam	4	1.015.000
Total			3.712.000

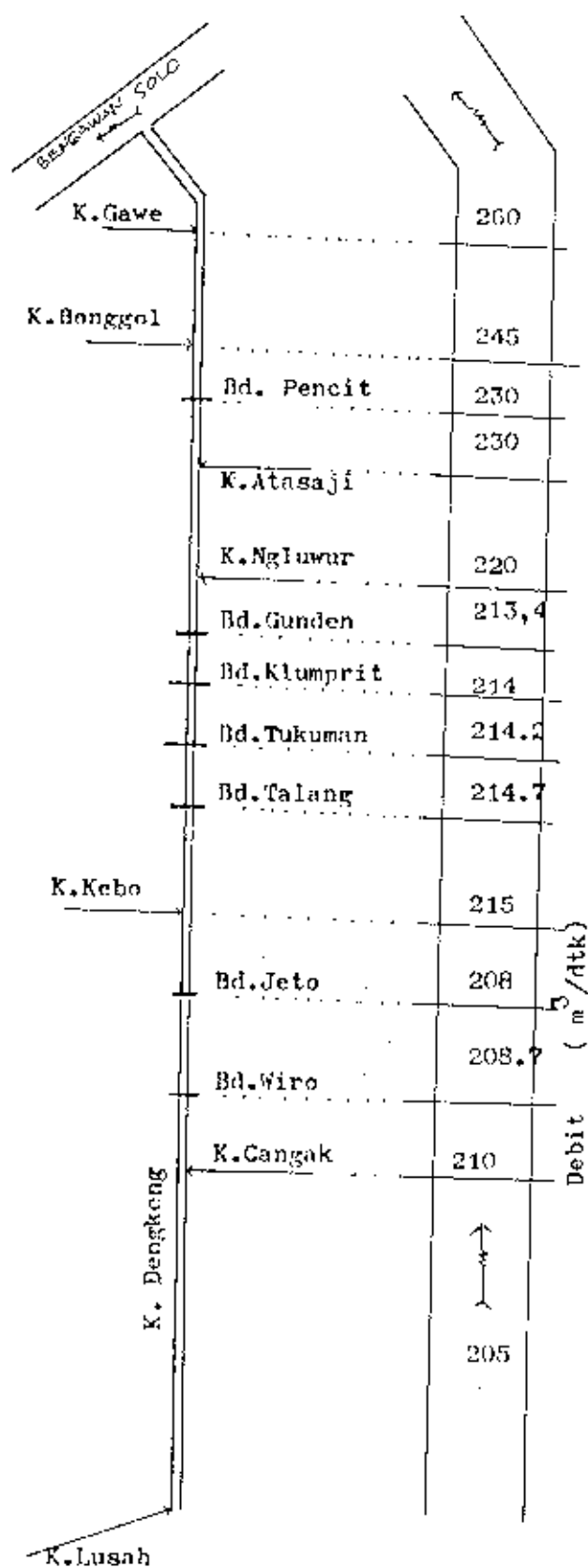
Menurut master plan, beberapa bangunan lagi akan dibangun sehingga material lepas sebesar $\pm 4.219.000 m^3$ dapat ditampung dan diharapkan tidak terbawa ke Kali Dengkeng.

2.5.2. KAPASITAS ALUR SUNGAI

Salah satu penyebab banjir Kali Dengkeng ialah meluapnya air sungai melintasi tanggul akibat kapasitas alur sungai yang sangat kecil. Berdasarkan perhitungan kapasitas alur Kali Dengkeng bervariasi antara $175 m^3/dt$ dan $200 m^3/dt$. Terbatasnya kapasitas alur sungai ini disebabkan oleh :

- Rusaknya / kurang berfungsinya tanggul sungai.
- Adanya bendung-bendung irigasi dengan kapasitas limpasan yang sangat kecil.

Kapasitas alur Kali Dengkeng dari hulu ke hilir selengkapnya dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3.
Diagram Kapasitas alur Kali Dengkeng.

2.6. MASALAH GENANGAN BANJIR.

Permasalahan banjir dan genangan merupakan permasalahan pokok Kali Dengkeng. Kejadian banjir pada bulan Maret 1966, Januari 1982, Februari 1984, Maret 1985 dan Februari 1988 dengan luas genangan 5250 Ha, 4700 Ha, 2875 Ha dan 6500 Ha dipakai sebagai dasar evaluasi kerusakan banjir tahunan, daerah genangan dapat dilihat pada gambar 2.4.

Adapun masalah banjir dan genangan secara garis besar diakibatkan oleh :

1. Genangan akibat arus balik dari Bengawan Solo.

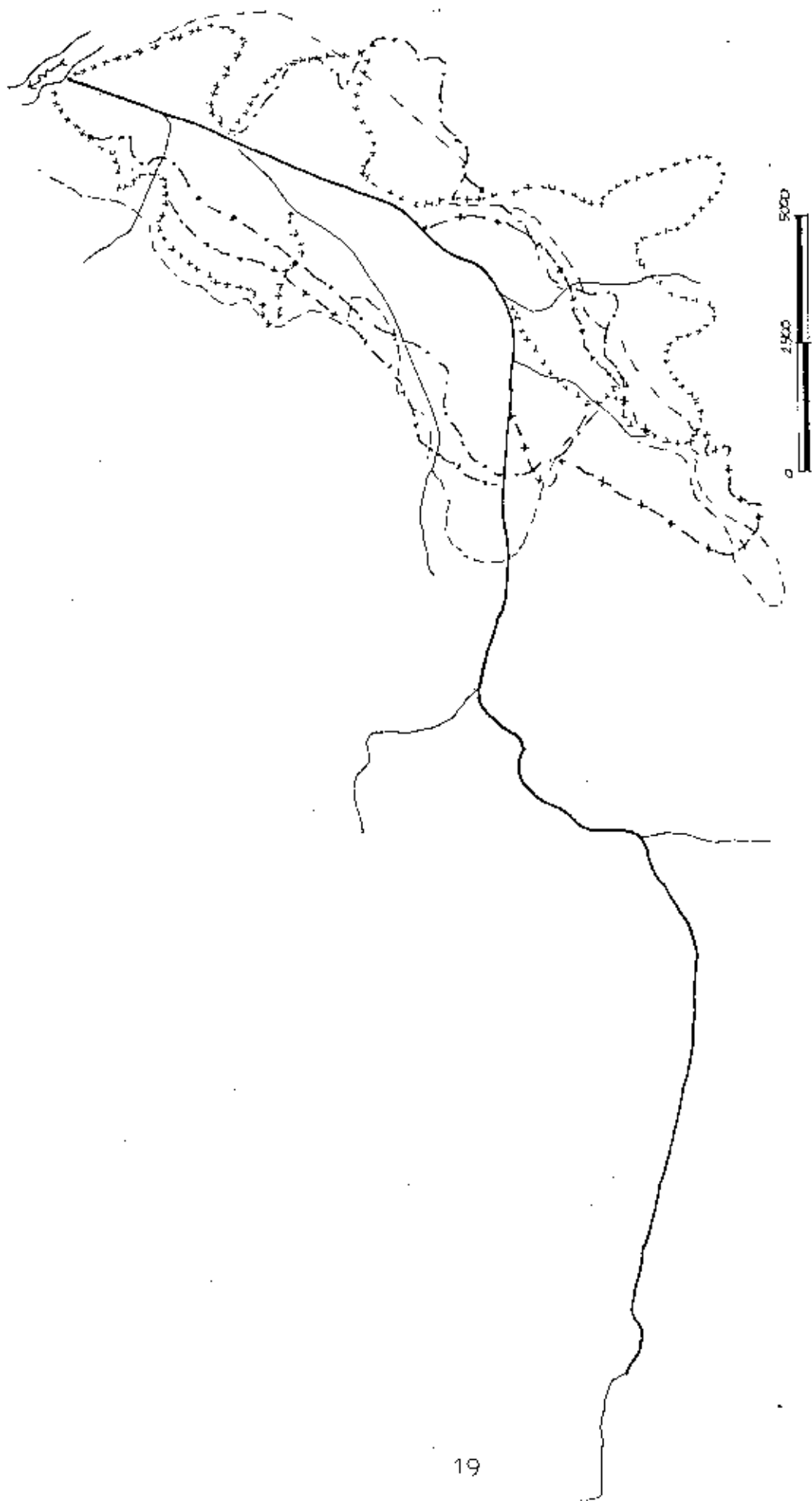
Genangan akibat arus balik dari Bengawan Solo terjadi hampir setiap tahun di daerah Dengkeng hilir antara muara Bengawan Solo dan bendung Pencit, banjir ini menggenangi sebagian kecamatan Juwiring, sebagian kecamatan Karangdowo dan sebagian kecamatan Tawang Sari.

2. Genangan akibat kapasitas alur yang tidak memadai.

Banjir ini terjadi akibat kapasitas alur yang tidak memadai sehingga terjadi limpasan melintasi tanggul. Banjir ini terjadi di tempat-tempat yang kapasitas alurnya kecil, antara lain muara Kali Birin, jembatan Cawas ke hilir sampai dengan muara Kali Ngluwur.

3. Genangan akibat tidak berfungsinya sistim drainage.

Di daerah Dengkeng Hulu terdapat sistim drainage untuk mematus air genangan di luar tanggul sungai. Sistim drainage tersebut saling silang menyilang satu sama lain dengan bangunan perlintasan seperti Siphon, Gorong-gorong yang sampai saat ini kurang terpelihara, sehingga tidak lancar seperti semula.



Gambar 2.4.

Peta Genangan Das Kali Dengkeng

Keterangan :

- Genangan tahun 1966
- + + + + + Genangan tahun 1983
- + - + - Genangan tahun 1984
- . - . - Genangan tahun 1985

BAB III

ANALISA HIDROLOGI

3.1. UMUM.

Data-data hidrologi yang dipakai dalam perhitungan ini merupakan data yang paling fundamental. Data ini didapat dari pengukuran dan pencatatan seperti data debit dan data curah hujan sangat penting sebagai bahan perhitungan dan analisa dalam menentukan kapasitas saluran serta penetapan debit banjir rencana untuk menentukan kapasitas dari bangunan.

3.2. ANALISA FREKWENSI BANJIR DARI DATA DEBIT.

Tujuan analisa frekwensi banjir adalah untuk menentukan probabilitas besarnya banjir dalam jangka waktu tertentu. Probabilitas disini dinyatakan sebagai perbandingan peristiwa yang sebenarnya terhadap jumlah peristiwa yang terjadi.

PROSEDUR PENGAMBARAN DATA.

1. Susun data-data tersebut menurut urutan dari data terbesar sampai data terkecil.
2. Beri tiap harga pengamatan nomor urut m .
3. Hitung periode ulang untuk tiap harga pengamatan dengan

menggunakan rumus :

$$T = \frac{N + 1}{m} \quad (\text{cara Weibull \& Gumbell})$$

4. Gambarkan harga-harga pengamatan pada sumbu y dan periode

ulang pada sumbu x.

5. Tarik garis lurus mendekati titik-titik yang terjadi.

Kemudian kita tarik pada periode ulang yang kita tentukan dan hubungkan dengan sumbu y, maka akan didapatkan besarnya debit (Q dalam periode tersebut).

3.3. ANALISA FREKWENSI BANJIR DARI DATA CURAH HUJAN.

Untuk memperkirakan besarnya debit rencana dengan periode ulang tertentu, digunakan analisa frekwensi banjir. Jadi untuk analisa ini diperlukan data yang tersedia dalam beberapa tahun, yang berupa data pengamatan banjir pada Das Kali Dengkeng. Dalam analisa banjir ini dilakukan perhitungan dari data debit dan data curah hujan yang tersedia dari beberapa stasiun pencatat yang ada pada daerah sekitar aliran Kali Dengkeng.

3.3.1. PERHITUNGAN CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM RATA-RATA WILAYAH.

Untuk perhitungan curah hujan harian maksimum rata-rata wilayah digunakan metode Thiesen Poligon. Metode ini digunakan pada daerah-daerah yang stasiun hujannya tersebar tidak merata pada daerah aliran sungai (catchment area).

Prinsip dari perhitungan ini adalah dengan persamaan sebagai berikut:

Tabel 3.1. Data debit rata-rata bulanan Kali Atasaji (m³/dtk)

No	Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
1	1969	2.400	2.120	1.870	1.770	1.860	1.470	2.190	2.080	1.440	1.880	2.610	1.650	1.945
2	1970	2.480	2.440	2.040	1.930	2.440	2.060	2.660	1.890	2.550	1.910	1.880	2.070	2.196
3	1971	2.160	1.990	2.000	2.010	1.880	2.330	2.550	1.680	1.540	2.630	1.440	1.870	2.607
4	1972	1.470	1.870	2.450	2.170	1.910	2.540	2.310	1.880	2.040	2.580	2.550	1.980	2.146
5	1973	1.520	1.650	2.660	2.190	2.630	2.010	2.610	1.860	2.370	2.170	2.070	2.300	2.170
6	1974	1.690	2.340	2.530	2.660	2.580	2.150	1.860	2.440	2.000	2.190	1.970	2.540	2.223
7	1975	2.040	2.000	2.150	2.550	2.670	2.740	1.450	1.880	2.340	2.050	1.930	2.000	2.153
8	1976	2.470	2.370	2.510	2.310	1.980	2.460	2.550	1.990	2.070	2.070	2.380	2.720	2.355
9	1977	1.940	2.040	2.440	2.610	2.900	1.800	1.540	1.870	2.600	1.660	1.960	2.690	2.176
10	1978	1.540	1.880	2.080	2.820	2.880	2.050	2.070	1.650	2.530	2.440	1.550	1.460	2.079
11	1979	2.070	1.670	1.890	1.980	2.220	1.650	1.870	2.070	2.150	2.710	2.000	2.070	2.029
12	1980	1.870	1.770	1.680	1.360	1.860	2.700	1.980	1.870	2.610	2.300	2.400	1.870	2.023
13	1981	1.980	2.040	1.880	2.111	2.000	2.200	2.850	1.980	1.880	2.340	1.880	1.980	2.053
14	1982	2.380	2.220	1.440	2.420	1.440	1.850	2.770	2.380	1.440	2.000	2.600	2.380	2.110
15	1983	1.960	2.330	2.550	2.060	2.500	2.300	2.460	2.660	2.170	2.370	2.700	2.630	2.391
16	1984	1.330	1.980	2.880	1.770	1.330	2.170	2.310	2.530	2.190	2.040	2.200	2.580	2.109
17	1985	1.330	1.890	2.050	1.490	2.040	2.190	2.550	2.150	2.660	1.860	1.850	2.670	2.063
18	1986	2.050	1.660	2.000	1.720	2.370	2.050	2.720	2.510	2.580	1.670	2.300	1.980	2.132
19	1987	2.110	2.450	1.850	2.100	2.000	2.070	2.690	2.000	2.180	2.160	2.110	1.420	2.095
20	1988	1.990	2.550	2.040	2.180	2.340	1.660	1.460	1.750	2.200	2.380	1.860	2.510	2.077
0	ave	1.939	2.063	2.150	2.111	2.192	2.123	2.273	2.036	2.198	2.172	2.110	2.159	

Tabel 3.2. Data debit rata-rata bulanan Kali Konggo (m³/dtk)

No	Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
1	1969	2.608	3.345	3.051	2.918	2.706	2.566	2.463	2.449	2.273	2.151	2.130	1.980	2.553
2	1970	2.695	3.159	2.881	2.756	2.555	2.424	2.326	2.313	2.147	2.032	2.012	1.870	2.431
3	1971	2.347	3.507	3.199	3.060	2.837	2.691	2.582	2.568	2.383	2.256	2.234	2.076	2.645
4	1972	1.597	3.526	3.216	3.076	2.852	2.705	2.596	2.582	2.396	2.268	2.246	2.087	2.595
5	1973	1.651	3.358	3.063	2.930	2.756	2.576	2.472	2.459	2.282	2.160	2.139	1.988	2.483
6	1974	1.836	3.514	3.205	3.066	2.842	2.696	2.587	2.573	2.388	2.260	2.238	2.080	2.607
7	1975	2.216	3.345	3.051	2.918	2.706	2.566	2.463	2.449	2.273	2.151	2.130	1.980	2.521
8	1976	2.684	3.526	3.216	3.076	2.852	2.705	2.596	2.582	2.396	2.268	2.246	2.087	2.686
9	1977	2.108	3.379	3.082	2.948	2.733	2.592	2.488	2.474	2.296	2.173	2.152	2.000	2.535
10	1978	1.673	4.139	3.775	3.611	3.348	3.176	3.047	3.031	2.812	2.662	2.636	2.450	3.030
11	1979	2.249	3.159	2.881	2.756	2.555	2.424	2.326	2.313	2.147	2.032	2.012	1.870	2.394
12	1980	2.032	3.176	2.897	2.771	2.569	2.437	2.338	2.326	2.158	2.043	2.023	1.890	2.387
13	1981	2.151	3.295	3.005	2.874	2.665	2.528	2.425	2.412	2.238	2.119	2.098	1.950	2.480
14	1982	2.586	3.937	3.590	3.434	3.184	3.020	2.898	2.882	2.675	2.532	2.507	2.330	2.965
15	1983	2.130	4.291	3.914	3.744	3.471	3.292	3.159	3.142	2.916	2.760	2.733	2.540	3.174
16	1984	1.445	3.582	3.267	3.125	2.897	2.748	2.637	2.623	2.434	2.304	2.281	2.120	2.622
17	1985	1.445	4.494	4.099	3.921	3.635	3.448	3.308	3.291	3.054	2.890	2.862	2.660	3.259
18	1986	2.227	3.526	2.850	2.727	2.528	2.398	2.301	2.289	2.124	2.010	1.991	1.850	2.368
19	1987	2.293	3.379	3.082	2.948	2.733	2.592	2.489	2.474	2.296	2.173	2.152	2.000	2.551
20	1988	2.162	3.548	3.236	3.095	2.870	2.722	2.612	2.598	2.411	2.282	2.260	2.100	2.658
B ave		2.107	3.539	3.228	3.088	2.863	2.715	2.606	2.592	2.405	2.276	2.254	2.095	



Tabel 3.3. Data debit rata-rata bulanan Kali Cangkal (#3/dtk)

No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
1	1973	1.652	0.926	1.058	1.344	1.499	1.705	1.648	1.639	1.831	2.112	2.271	2.027	1.643
2	1974	1.837	0.939	1.072	1.362	1.519	1.728	1.670	1.660	1.855	2.140	2.301	2.054	1.676
3	1975	2.217	0.964	1.100	1.398	1.559	1.774	1.715	1.704	1.904	2.196	2.362	2.109	1.750
4	1976	2.695	0.854	0.974	1.238	1.381	1.571	1.519	1.510	1.687	1.946	2.092	1.868	1.610
5	1977	2.169	0.992	1.132	1.438	1.604	1.825	1.764	1.754	1.960	2.260	2.430	2.170	1.787
6	1978	1.674	1.093	1.247	1.585	1.768	2.011	1.944	1.933	2.159	2.491	2.678	2.391	1.915
7	1979	2.250	0.862	0.984	1.250	1.395	1.587	1.534	1.525	1.704	1.965	2.113	1.886	1.588
8	1980	2.033	0.867	0.989	1.257	1.402	1.595	1.542	1.533	1.713	1.975	2.124	1.896	1.577
9	1981	2.152	0.899	1.026	1.304	1.454	1.655	1.599	1.590	1.776	2.049	2.203	1.967	1.640
10	1982	2.587	1.074	1.226	1.558	1.738	1.977	1.911	1.900	2.123	2.448	2.632	2.350	1.760
11	1983	2.131	1.171	1.337	1.698	1.894	2.155	2.083	2.071	2.314	2.669	2.870	2.562	2.080
12	1984	1.446	0.977	1.116	1.418	1.581	1.799	1.739	1.728	1.931	2.228	2.395	2.139	1.708
13	1985	1.446	1.226	1.400	1.779	1.964	2.257	2.182	2.169	2.423	2.755	3.005	2.683	2.112
14	1986	2.228	0.853	0.974	1.237	1.380	1.570	1.517	1.508	1.685	1.944	2.090	1.866	1.571
15	1987	2.294	0.922	1.052	1.337	1.492	1.697	1.640	1.631	1.822	2.161	2.260	2.018	1.689
16	1988	2.163	0.969	1.103	1.404	1.566	1.782	1.722	1.712	1.913	2.207	2.373	2.118	1.753
D ave		2.056	0.974	1.112	1.413	1.576	1.793	1.733	1.723	1.925	2.220	2.387	2.132	

Tabel 3.4. Data debit rata-rata bulanan Kali Dengkeng (m³/dt)

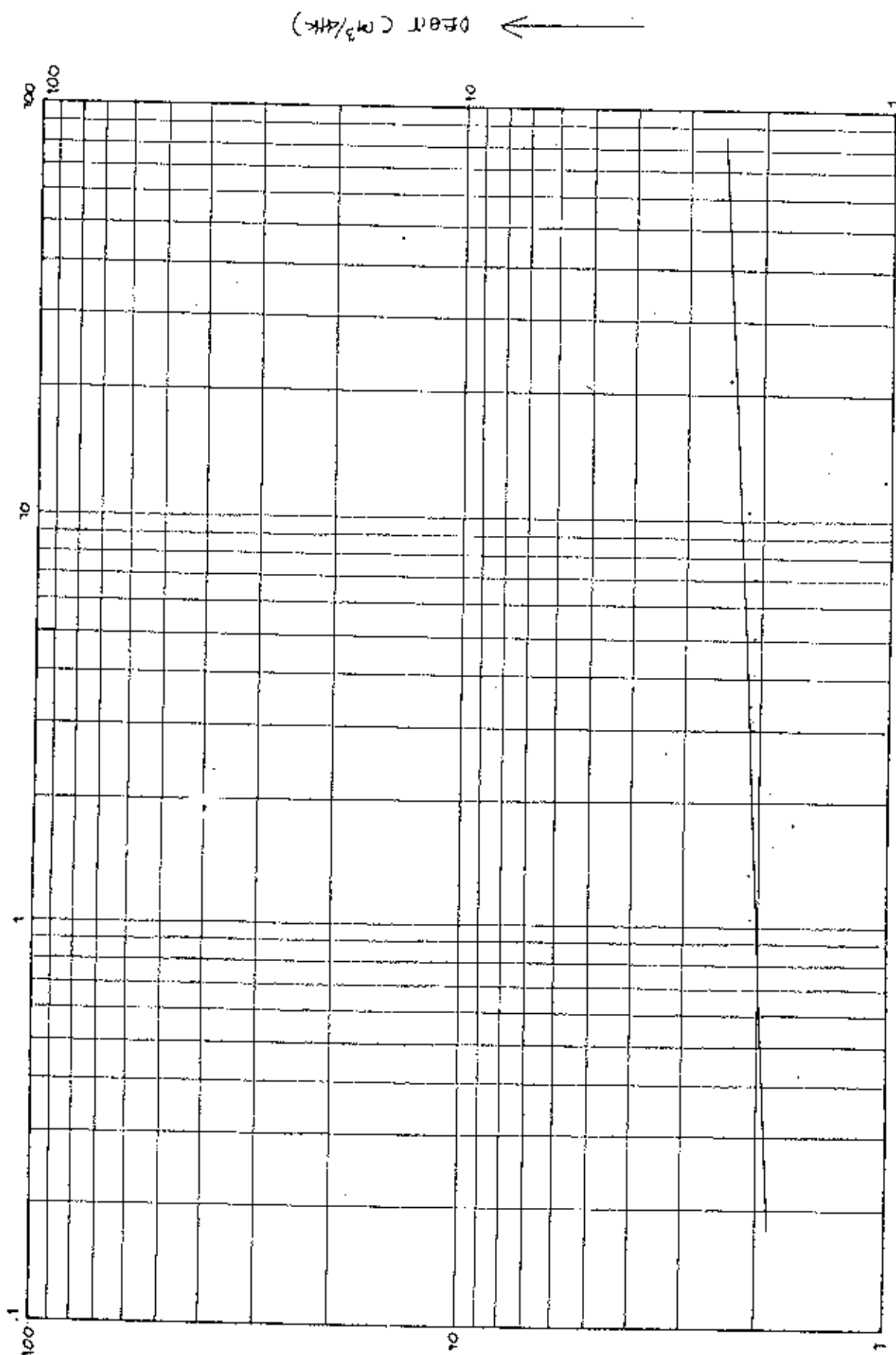
No : Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	Q ave
													(m ³ /dt)
1 : 1969	231.80	208.50	152.04	159.92	226.43	152.93	215.94	152.20	220.70	224.16	156.52	150.34	187.62
2 : 1970	231.80	208.50	165.79	174.38	226.43	166.75	215.94	165.36	220.70	224.16	196.36	189.61	196.78
3 : 1971	189.65	170.05	172.66	181.60	184.67	173.66	176.12	172.84	180.00	182.82	177.39	170.39	177.60
4 : 1972	177.65	159.79	186.40	196.06	173.54	187.49	165.50	186.60	169.14	171.00	187.82	180.41	179.52
5 : 1973	156.75	140.99	188.12	197.87	153.12	189.22	146.03	180.32	149.24	151.59	216.18	209.57	174.08
6 : 1974	222.30	199.95	228.49	240.33	217.15	229.82	207.09	228.73	211.65	214.98	221.97	213.21	219.64
7 : 1975	190.00	170.90	219.05	230.39	185.60	220.32	177.00	219.27	180.90	183.74	189.72	152.23	195.76
8 : 1976	225.15	202.52	196.43	208.71	219.94	199.58	209.75	198.64	214.37	217.73	258.02	218.84	216.72
9 : 1977	193.80	174.32	224.20	235.81	189.31	225.50	180.54	224.43	184.52	187.41	255.17	240.10	210.01
10 : 1978	178.60	160.65	242.24	254.79	174.46	243.65	166.38	242.49	170.05	172.72	138.50	133.03	189.80
11 : 1979	158.65	142.70	170.08	178.89	154.98	171.07	147.80	170.26	151.05	153.42	196.36	188.61	165.32
12 : 1980	168.15	151.25	116.82	122.88	154.26	117.50	156.65	116.95	160.10	162.61	177.39	170.39	148.74
13 : 1981	193.60	174.32	181.33	190.73	189.31	182.39	180.54	181.52	184.52	187.41	187.82	180.41	184.51
14 : 1982	210.90	189.70	207.88	218.65	206.02	209.09	196.47	208.10	200.80	203.95	225.77	216.36	207.85
15 : 1983	221.35	199.10	176.95	186.17	256.22	177.98	206.21	177.14	210.75	214.06	249.48	239.64	206.25
16 : 1984	188.10	169.19	152.04	159.92	183.74	152.93	175.23	152.20	179.09	181.90	244.74	235.08	181.18
17 : 1985	179.55	161.50	127.99	134.62	175.39	128.74	167.27	128.13	170.95	173.63	253.28	243.28	170.36
18 : 1986	157.70	141.85	147.75	155.40	154.05	148.61	146.91	147.90	150.15	152.50	187.82	180.41	155.92
19 : 1987	232.75	209.35	180.39	189.74	227.36	181.44	216.83	180.58	221.60	225.08	134.76	129.39	194.10
20 : 1988	242.25	217.90	187.26	196.96	236.64	188.35	225.68	187.46	230.65	234.27	238.10	228.70	217.85
Q ave	197.505	177.650	181.296	190.688	192.931	182.351	183.991	181.486	188.045	190.997	204.755	196.674	189.0311

Tabel 3.5.

Perhitungan periode ulang debit banjir Kali Atasaji

No	Tahun	Debit (m ³ /dt)	Ranking debit (m ³ /dt)	Periode Ulang $T = (N+1)/m$
1	1969	1.945	2.391	21.000
2	1970	2.196	2.355	10.500
3	1971	2.007	2.223	7.000
4	1972	2.146	2.196	5.250
5	1973	2.170	2.176	4.200
6	1974	2.223	2.170	3.500
7	1975	2.153	2.153	3.000
8	1976	2.355	2.146	2.625
9	1977	2.176	2.132	2.333
10	1978	2.079	2.110	2.100
11	1979	2.029	2.109	1.909
12	1980	2.023	2.095	1.750
13	1981	2.093	2.093	1.615
14	1982	2.110	2.079	1.500
15	1983	2.331	2.077	1.400
16	1984	2.109	2.063	1.313
17	1985	2.063	2.029	1.235
18	1986	2.132	2.023	1.167
19	1987	2.095	2.007	1.105
20	1988	2.077	1.945	1.050

→ PERIODE ULANG (TAHUN)



GAMBA 3.1 PROBABILITAS BANJIR PENCANA

Tabel 3.6.

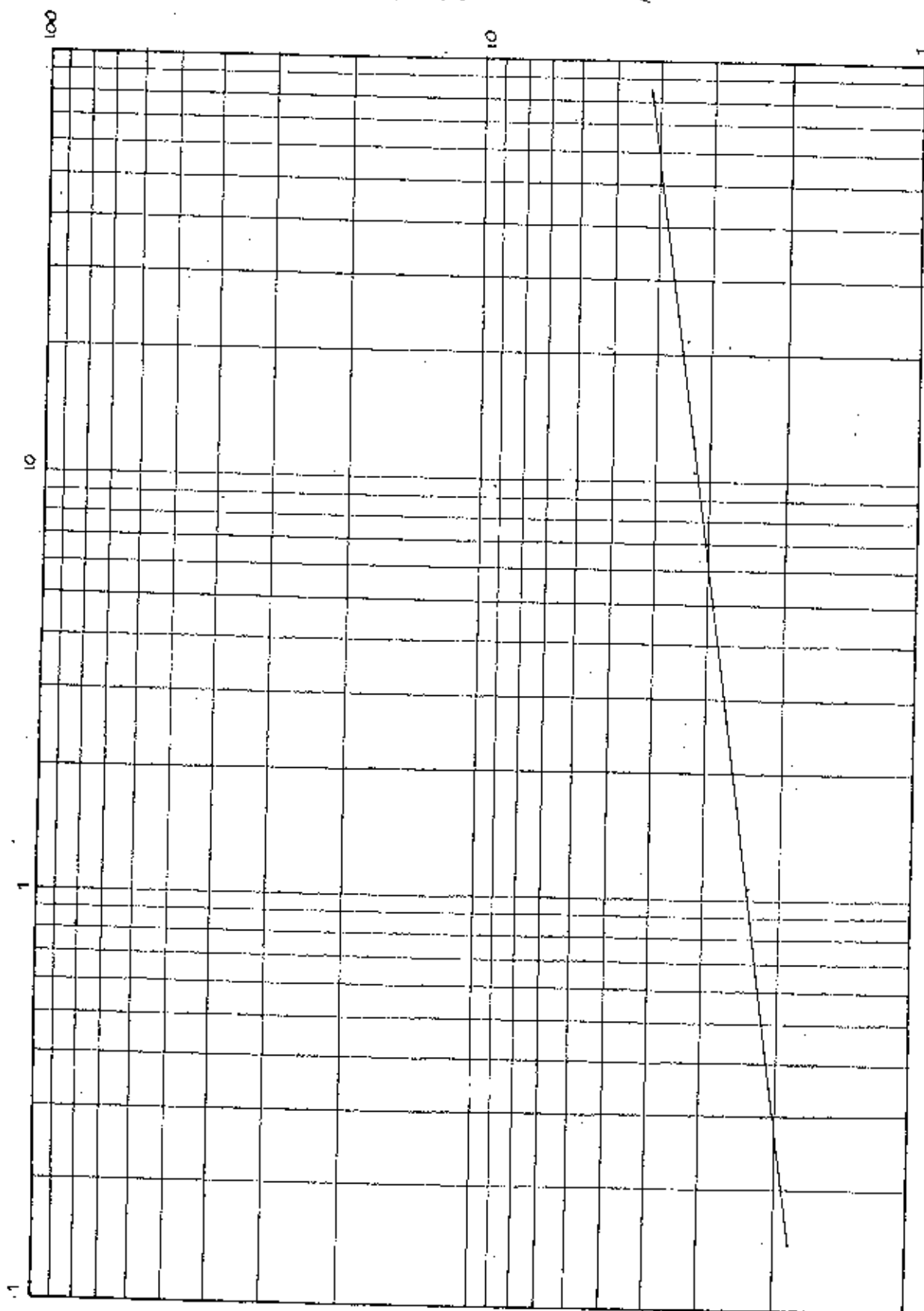
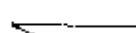
Perhitungan periode ulang debit banjir Kali Songgol

No	Tahun	Debit (m ³ /dt)	Ranking debit (m ³ /dt)	Periode Ulang $T = (N+1)/m$
1	1969	2.553	3.259	21.000
2	1970	2.431	3.174	10.500
3	1971	2.645	3.030	7.000
4	1972	2.596	2.965	5.250
5	1973	2.483	2.686	4.200
6	1974	2.607	2.658	3.500
7	1975	2.521	2.645	3.000
8	1976	2.686	2.622	2.625
9	1977	2.535	2.607	2.333
10	1978	3.030	2.595	2.100
11	1979	2.394	2.553	1.909
12	1980	2.387	2.551	1.750
13	1981	2.480	2.535	1.615
14	1982	2.965	2.521	1.500
15	1983	3.174	2.483	1.400
16	1984	2.622	2.480	1.313
17	1985	3.259	2.431	1.235
18	1986	2.358	2.394	1.167
19	1987	2.551	2.387	1.105
20	1988	2.658	2.368	1.050

PERIODE ULANG (TAHUN)



DEBIT (m^3/dtk)



GAMBAR 3.2 PROBABILITAS BANJIR RENCANA

Tabel 3.7.

Perhitungan periode ulang debit banjir Kali Cangak

No	Tahun	Debit (m ³ /dt)	Ranking debit (m ³ /dt)	Periode Ulang $T = (N+1)/m$
1	1973	1.643	2.112	16.000
2	1974	1.673	2.080	8.000
3	1975	1.750	1.960	5.333
4	1976	1.610	1.915	4.000
5	1977	1.787	1.787	3.200
6	1978	1.915	1.753	2.667
7	1979	1.588	1.750	2.286
8	1980	1.577	1.708	2.000
9	1981	1.640	1.689	1.778
10	1982	1.960	1.678	1.600
11	1983	2.080	1.643	1.455
12	1984	1.708	1.640	1.333
13	1985	2.112	1.610	1.231
14	1986	1.571	1.588	1.143
15	1987	1.689	1.577	1.067
16	1988	1.753	1.571	1.000

PERIODE ULANG (TAHUN)

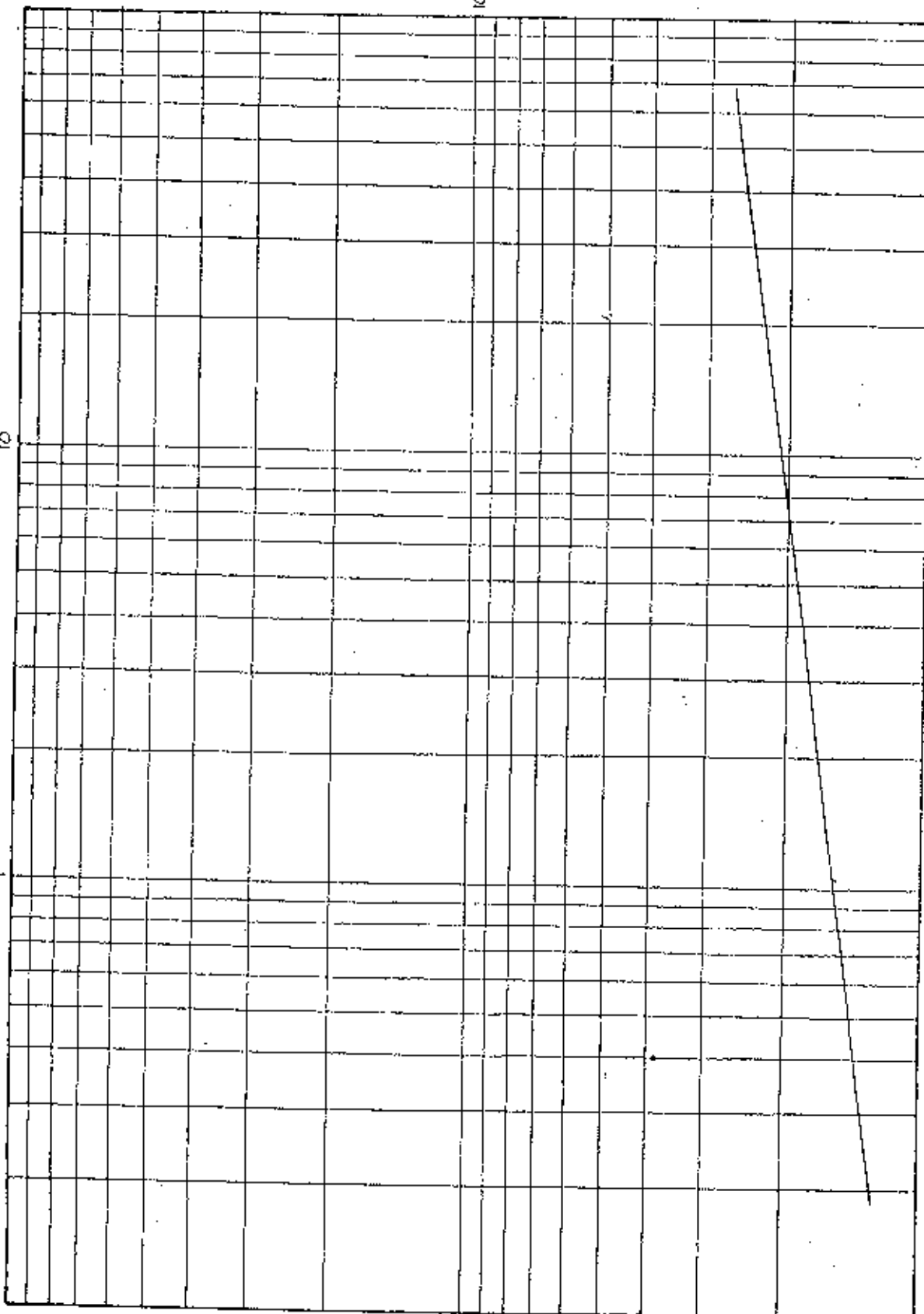
11830

0

100

10

1



Gambar 3.3. Probabilitas Banjir rencana

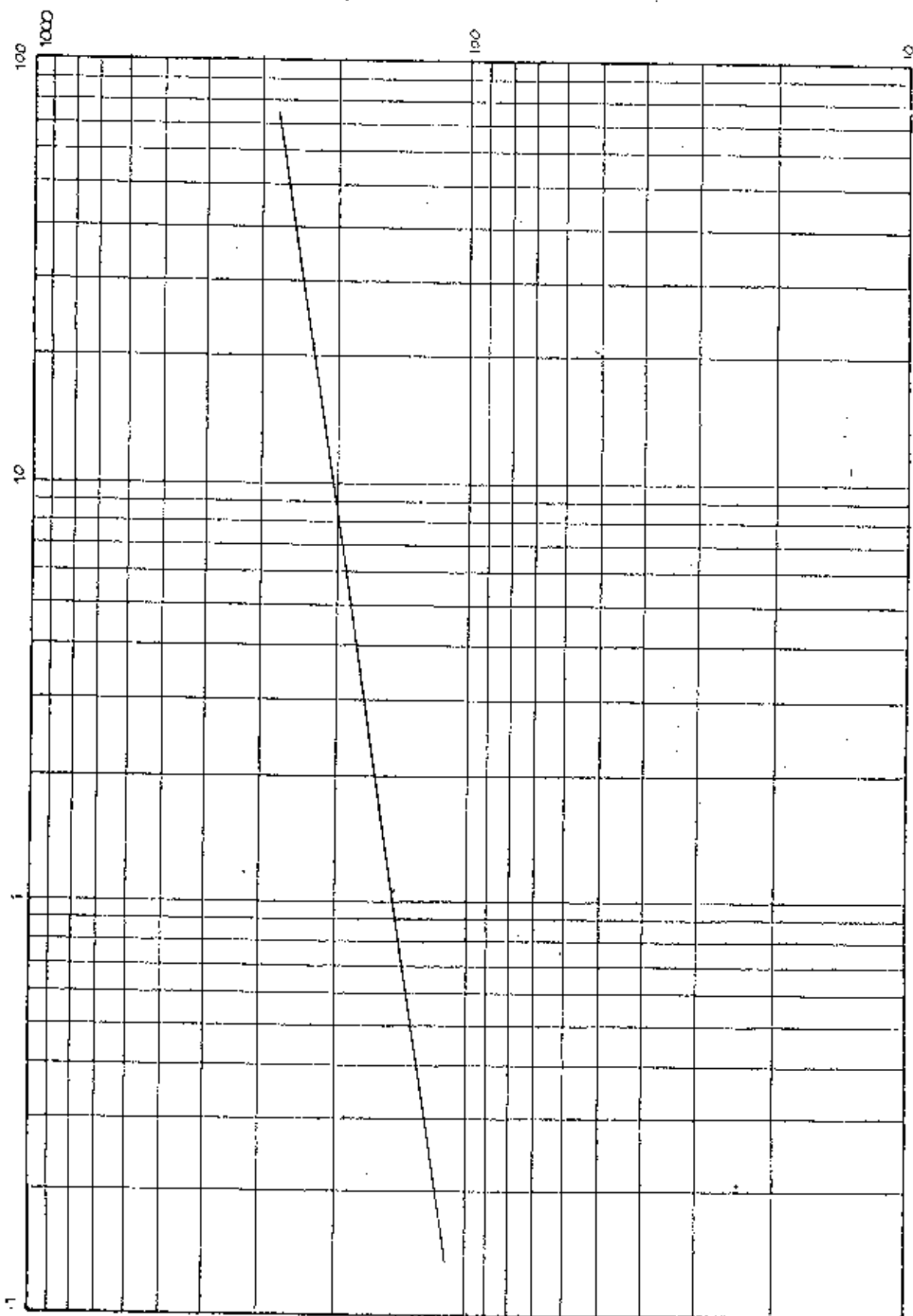
Tabel 3.8.

Perhitungan periode ulang debit banjir Kali Dengkeng

No	Tahun	Debit (m ³ /dt)	Ranking debit (m ³ /dt)	Periode Ulang $T = (N+1)/m$
1	1969	187.620	219.640	21.000
2	1970	198.780	217.850	10.500
3	1971	177.600	216.720	7.000
4	1972	178.520	210.010	5.250
5	1973	174.080	207.850	4.200
6	1974	219.640	206.250	3.500
7	1975	195.760	198.780	3.000
8	1976	216.720	195.760	2.625
9	1977	210.010	194.100	2.333
10	1978	189.800	189.800	2.100
11	1979	165.320	187.620	1.909
12	1980	148.740	184.510	1.750
13	1981	184.510	181.180	1.615
14	1982	207.850	178.520	1.500
15	1983	206.250	177.600	1.400
16	1984	181.180	174.080	1.313
17	1985	170.360	170.360	1.235
18	1986	155.920	165.320	1.167
19	1987	194.100	155.920	1.105
20	1988	217.850	148.740	1.050

PERIODE ULANG (TAHUN)

DEBIT (m^3/dtk)



Gambar 3.4. Probabilitas banjir rencana

Tabel 3.9. DATA CURAH HUJAN

Stasiun Tahun	Arat	Depar	Bates	Grojogan	Jumaring	Jogonatan	Klaten	Kalijaran	Keposong	Prambanan	Pongok	Tugut	Tawanghari	Woro	Woro
1969	103	93	74	59	102	90	75	78	118	175	97	100	73	84	89
1970	110	103	101	197	109	95	87	84	81	138	80	79	102	75	101
1971	82	82	120	120	95	59	98	87	85	120	54	115	125	69	90
1972	115	85	83	92	102	125	98	120	137	79	160	71	87	61	108
1973	101	120	88	140	94	110	127	91	112	145	140	175	166	192	95
1974	86	81	111	134	84	87	93	94	105	155	54	104	105	179	59
1975	124	84	72	105	71	80	50	62	78	112	90	103	130	155	57
1976	92	55	50	106	143	78	58	58	110	145	124	84	72	105	71
1977	96	101	130	151	97	78	103	116	79	98	96	91	118	134	84
1978	92	104	106	179	88	100	75	115	84	120	131	120	83	140	96
1979	140	176	168	192	95	133	95	165	135	149	145	58	65	92	102
1980	180	72	57	61	108	93	50	163	102	107	35	92	120	120	95
1981	84	113	125	86	53	126	122	108	105	112	120	103	110	197	109
1982	80	79	102	75	102	94	60	122	133	109	103	93	75	52	102
1983	97	106	73	84	58	73	65	103	182	175	33	49	123	146	82
1984	98	178	108	104	81	91	38	90	95	140	43	61	104	196	105
1985	102	92	65	85	95	91	116	134	34	27	93	71	105	72	94
1986	80	65	115	151	120	88	140	109	187	110	100	81	11	120	120
1987	180	94	115	73	144	57	125	102	73	84	98	27	84	174	119
1988	130	63	125	102	97	66	75	115	61	80	52	78	119	90	103

$$\bar{R} = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$\bar{R} = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_{\text{total}}}$$

$$= W_1.R_1 + W_2.R_2 + \dots + W_n.R_n$$

dimana :

\bar{R} = Curah hujan harian maksimum rata-rata wilayah.

R_1, R_2, R_n = Curah hujan harian maksimum tiap stasiun hujan

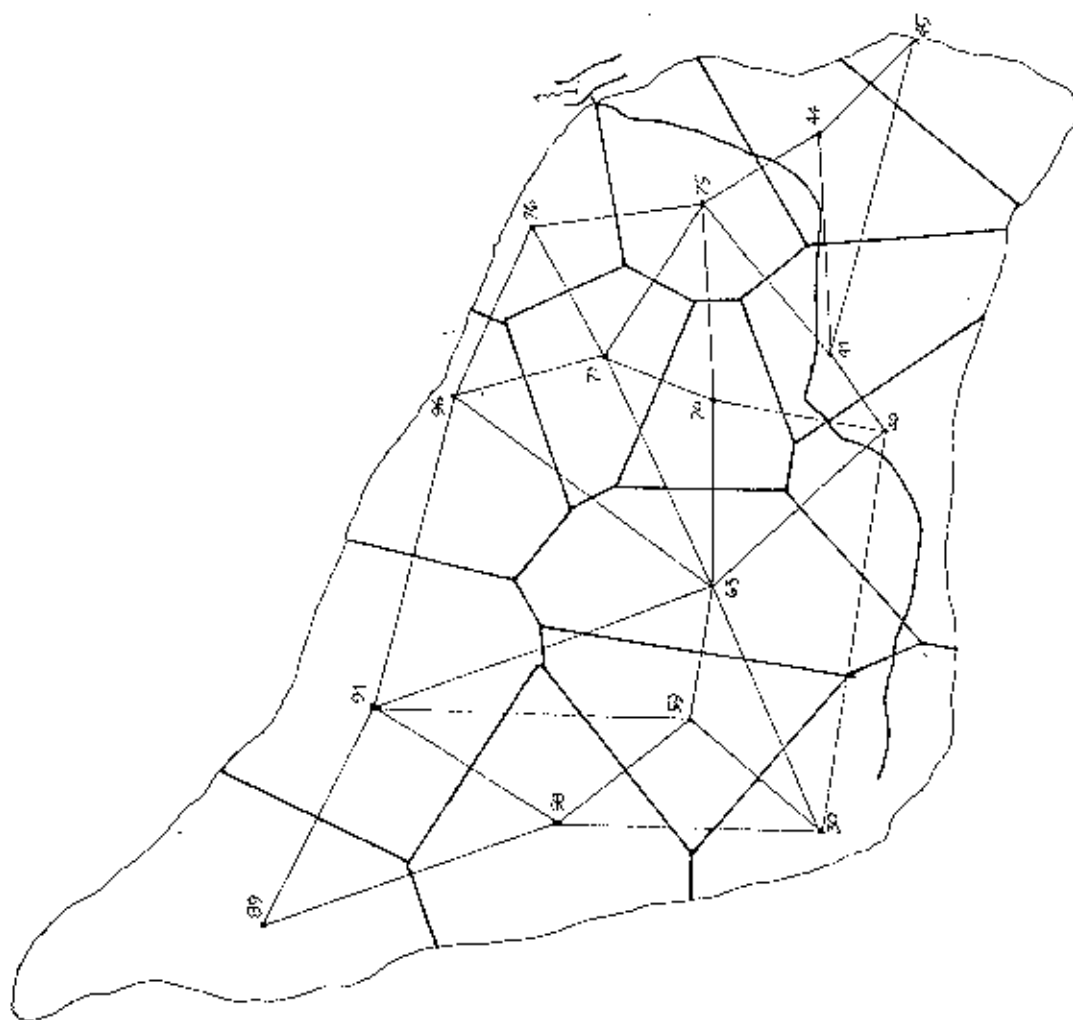
A_1, A_2, A_n = Luas dari daerah yang mewakili tiap stasiun hujan

W_1, W_2, W_n = Koefisien Thiesen.

3.3.2. PROBABILITAS CURAH HUJAN

Perhitungan curah hujan rencana yang mungkin terjadi di daerah aliran sungai Dengkeng dihitung dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum rata-rata wilayah, dimana data curah hujan harian maksimum rata-rata wilayah didapatkan dari perhitungan curah hujan harian maksimum dengan menggunakan metode Thiesen Poligon.

Metode yang dipakai dalam perhitungan curah hujan rencana antara lain yaitu : metode Gumbel, metode Haspers, dan metode Iwai Kadoya. Dari hasil perhitungan dengan metode diatas dapat digunakan untuk menentukan curah hujan rencana yang terjadi dalam periode ulang tertentu



Gambar 3.5.
Thiessen Poligin Das Kali Bengkung.

Tabel 3.10.

Data Cathment area Das Kali Dengkeng

Stasiun hujan	luas (m ²)	Koef.Thiesen
:89 Deles	45.530	0.055
:91 Keposong	71.087	0.086
:58 Woro	56.065	0.068
:30 Prambanan	52.835	0.076
:59 Jogonalan	47.595	0.058
:63 Klaten	86.087	0.104
:96 Ponggok	49.195	0.050
:71 Ceper	51.360	0.074
:70 Trucuk	41.127	0.050
:40 Bayat	111.807	0.135
:41 Kali Jaran	11.890	0.014
:76 Juwiring	16.645	0.020
:75 Grojogan	52.355	0.063
:44 Tawang Sari	49.627	0.060
:45 Weru	62.017	0.075
Total	825.222	1.000

Table 3.11.

H08-1 - C-6-11C W01S02N H2:04H M1:04M *9A.5 * 000011...7=20

Station	Debes	Chesapeake	Woods	Palmetto	Dependable	Clinton	Perseus	Esper	Procyon	Regat	Antares							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)							
1938	76.30	4.22	223.33	59.15	34.22	5.23	125.30	13.55	5.46	7.50	91.00	6.83	125.00	5.00	135.55	13.31	18.00	1.78
1939	101.00	3.58	81.36	6.57	75.00	5.22	135.22	10.38	15.57	9.75	88.00	1.62	79.35	5.35	110.00	14.35	54.50	1.18
1940	176.00	8.63	31.27	1.71	66.00	6.65	120.57	9.12	63.32	10.15	54.00	3.34	113.55	5.75	88.00	11.82	37.50	1.25
1941	55.00	3.58	151.00	12.72	51.00	4.13	70.00	5.32	125.00	10.19	156.50	6.00	55.00	3.65	125.00	13.52	120.00	1.64
1942	35.00	1.59	112.00	6.65	102.00	15.86	165.00	12.51	150.00	11.21	140.50	3.10	150.00	3.40	150.00	15.42	50.00	1.67
1943	113.55	5.49	106.00	7.57	179.50	12.17	155.00	12.18	55.00	12.39	81.00	4.86	51.00	5.20	55.50	12.86	44.00	2.02
1944	78.00	1.86	78.00	4.71	255.35	10.54	115.00	5.54	55.00	11.37	90.00	5.45	34.00	5.15	124.50	15.74	82.00	3.75
1945	90.00	4.75	225.22	9.45	125.27	1.54	141.20	11.25	33.75	9.34	124.00	4.01	31.55	1.20	97.47	12.12	45.50	1.53
1947	130.00	6.25	77.00	6.77	134.20	7.33	55.50	7.17	75.22	4.35	195.55	10.33	125.50	1.55	90.00	12.15	125.00	1.50
1948	106.00	5.83	56.32	8.03	140.00	9.32	140.55	12.16	110.00	4.19	115.00	7.86	104.55	5.03	81.00	15.54	115.55	1.50
1949	166.00	6.15	115.77	9.80	95.00	6.25	140.55	11.52	153.00	9.39	155.50	6.90	174.57	5.15	140.00	15.90	165.50	2.51
1950	51.00	3.14	107.00	5.77	150.00	2.16	107.00	6.35	65.00	5.10	49.50	5.28	75.00	3.05	145.00	11.45	165.05	2.28
1951	125.00	6.83	191.00	9.03	127.00	13.63	112.05	5.51	156.00	12.89	150.50	6.60	115.00	5.13	54.00	2.54	102.55	1.51
1952	125.00	5.61	165.00	12.61	86.00	4.32	109.00	6.58	76.00	5.36	105.00	5.35	110.00	4.65	55.50	10.87	122.00	1.75
1953	33.00	4.92	138.00	14.43	115.00	7.82	105.00	1.73	55.00	5.17	95.00	5.28	110.00	1.30	37.00	15.15	105.00	1.14
1954	214.50	3.65	76.00	5.76	176.00	1.21	140.00	25.14	55.00	3.12	175.00	13.55	141.00	4.05	89.72	12.02	99.00	1.29
1955	15.00	3.13	84.00	7.72	75.00	4.90	87.00	5.81	51.00	5.33	95.00	6.81	71.00	5.55	191.50	15.77	154.00	3.88
1956	125.25	5.38	171.00	14.74	125.25	8.16	110.00	5.28	55.50	10.35	105.00	6.13	115.00	4.25	83.00	11.21	127.00	1.53
1957	115.00	5.53	151.00	9.28	124.00	9.11	54.00	4.35	115.00	12.25	98.00	6.46	110.00	1.35	168.57	11.90	125.00	1.43
1958	225.25	5.55	72.00	5.97	322.25	6.27	82.00	5.05	55.55	5.17	82.00	7.25	76.55	5.35	120.00	15.80	115.50	1.81

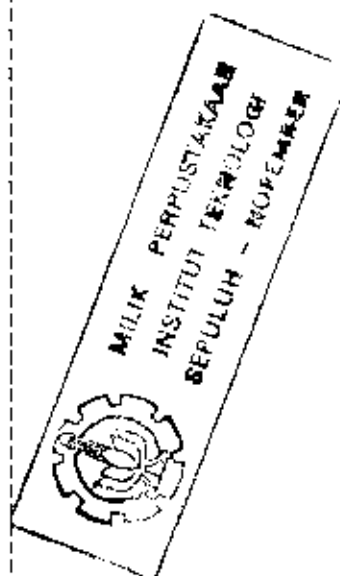
Tabel 3.12.

PENGOLAHAN DATA TINGGI CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM RATA-RATA WILAYAH

Stasiun : hujan : ----- tahun :	Ri (mm)	ranking data	R rata2 (mm)	Ri - Rrata2 (mm)	(Ri - Rrata2)^2 (mm)
1969 :	96.44 :	132.52 :	102.64 :	29.88 :	892.72 :
1970 :	107.84 :	123.84 :	102.64 :	21.20 :	449.54 :
1971 :	90.91 :	110.62 :	102.64 :	7.98 :	63.64 :
1972 :	95.87 :	109.41 :	102.64 :	6.77 :	45.84 :
1973 :	132.52 :	108.81 :	102.64 :	6.17 :	38.10 :
1974 :	108.60 :	108.60 :	102.64 :	5.96 :	35.54 :
1975 :	100.75 :	107.84 :	102.64 :	5.20 :	27.00 :
1976 :	96.01 :	105.03 :	102.64 :	2.39 :	5.72 :
1977 :	102.25 :	102.25 :	102.64 :	-0.39 :	0.15 :
1978 :	109.41 :	101.13 :	102.64 :	-1.51 :	2.29 :
1979 :	123.84 :	100.75 :	102.64 :	-1.89 :	3.56 :
1980 :	96.15 :	96.44 :	102.64 :	-6.20 :	38.48 :
1981 :	108.81 :	96.15 :	102.64 :	-6.49 :	42.13 :
1982 :	90.72 :	96.01 :	102.64 :	-6.64 :	44.04 :
1983 :	94.85 :	95.87 :	102.64 :	-6.77 :	45.81 :
1984 :	101.13 :	94.85 :	102.64 :	-7.80 :	60.77 :
1985 :	89.73 :	91.34 :	102.64 :	-11.30 :	127.64 :
1986 :	110.62 :	90.91 :	102.64 :	-11.73 :	137.61 :
1987 :	105.03 :	90.72 :	102.64 :	-11.92 :	142.15 :
1988 :	91.34 :	89.73 :	102.64 :	-12.92 :	166.81 :
					2369.55

Sx =

11.17



[illegible]

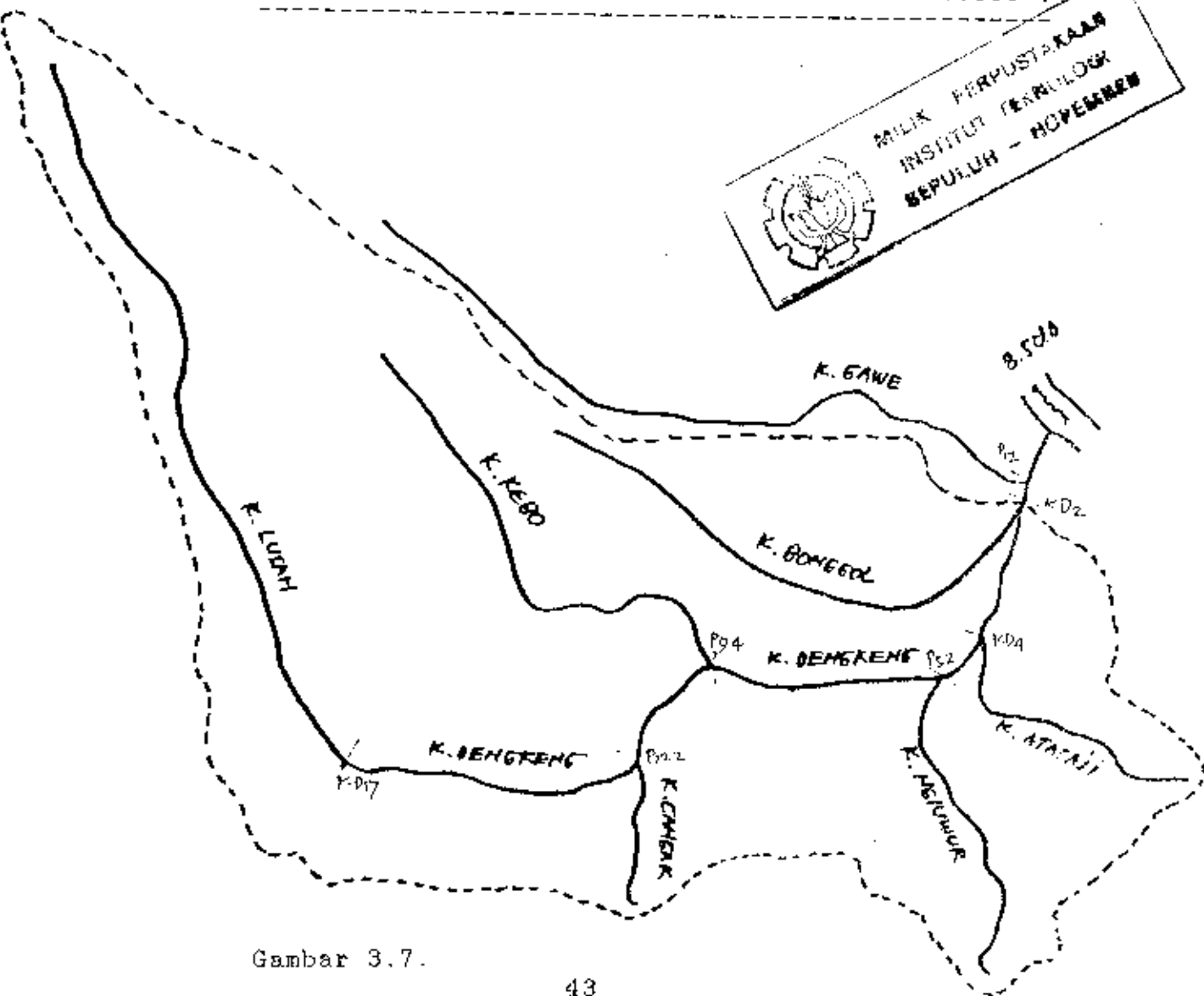
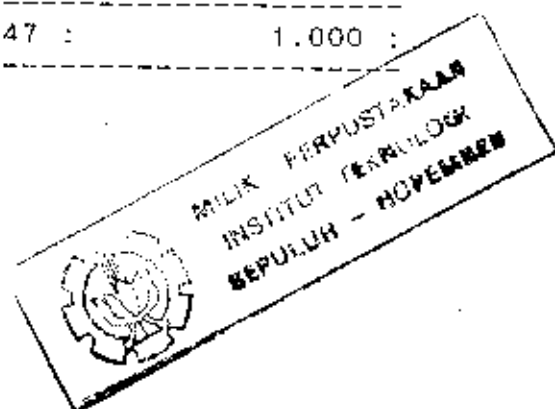
PENGOLAHAN DATA TINGGI CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM RATA-RATA WILAYAH

11.26%

Tabel 3.16.

Data Cathment area Das Kali Dengkeng

Stasiun hujan	luas (m ²)	Koef.Thiesen
89 Deles	34.535	0.051
91 Keposong	33.542	0.049
58 Woro	56.065	0.083
30 Prambanan	62.835	0.093
59 Jogonalan	47.595	0.070
63 Klaten	82.022	0.121
96 Ponggok	0.000	0.000
71 Ceper	40.115	0.059
70 Trucuk	41.127	0.061
40 Bayat	111.807	0.165
41 Kali Jaran	11.890	0.018
76 Juwiring	3.030	0.004
75 Grojogan	42.740	0.063
44 Tawang Sari	49.627	0.073
45 Weru	62.017	0.091
Total	678.947	1.000



Gambar 3.7.

Table 3.17.

HR: 101-113 MIN: 35:37 HYPOT: 157/105 Wt: 1.0533

[illegible]

Junirang :	Grejojan :	Tavangsan :	Meru :	R ave :
(R12) :	(R13) :	(R14) :	(R15) :	(mm) :
102.00 :	0.43 :	58.00 :	4.28 :	73.30 :
109.00 :	0.44 :	127.00 :	12.41 :	132.33 :
95.00 :	0.38 :	123.00 :	7.56 :	125.00 :
102.00 :	0.41 :	92.00 :	5.39 :	57.00 :
96.00 :	0.38 :	140.00 :	5.82 :	166.00 :
84.00 :	0.34 :	134.00 :	3.44 :	106.00 :
71.00 :	0.28 :	135.00 :	6.82 :	130.00 :
145.00 :	0.58 :	106.00 :	6.88 :	73.00 :
97.00 :	0.33 :	155.00 :	9.77 :	113.00 :
83.00 :	0.36 :	175.00 :	11.28 :	83.00 :
95.00 :	0.38 :	132.00 :	12.10 :	65.00 :
103.00 :	0.42 :	61.00 :	3.84 :	120.00 :
83.00 :	0.30 :	55.00 :	4.16 :	110.00 :
102.00 :	0.41 :	75.00 :	4.73 :	75.00 :
89.00 :	0.35 :	34.00 :	5.29 :	126.00 :
81.00 :	0.32 :	104.00 :	5.55 :	104.00 :
95.00 :	0.38 :	53.00 :	3.47 :	135.00 :
131.00 :	0.48 :	131.00 :	8.75 :	52.00 :
166.00 :	0.66 :	75.00 :	4.73 :	84.00 :
92.00 :	0.37 :	102.00 :	5.43 :	119.00 :

Tabel 3.18.

PENGOLAHAN DATA TINGGI CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM RATA-RATA WILAYAH

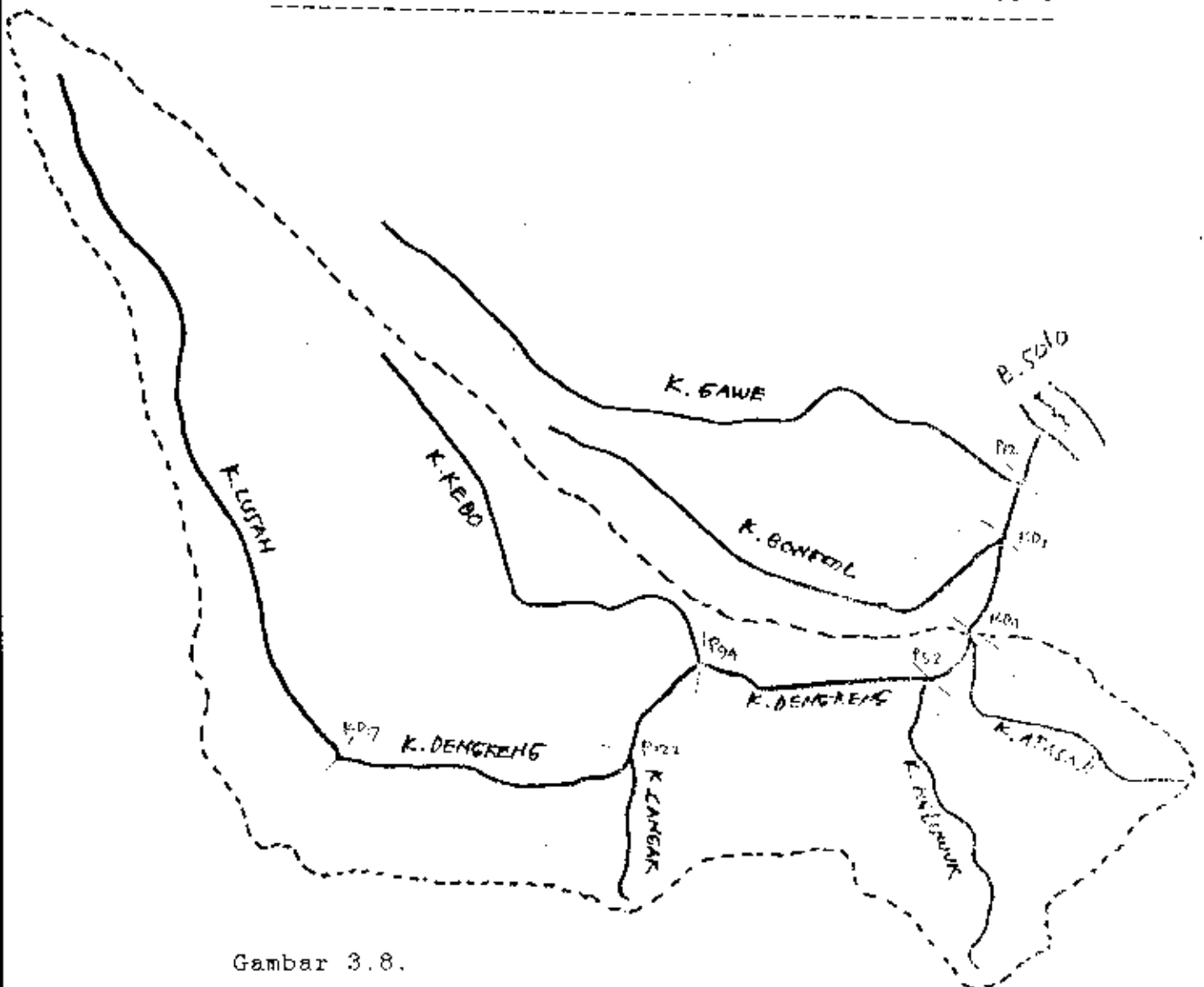
: Stasiun :	R	ranking	R rata2	Ri - Rrata2	(Ri - Rrata2)^2
: hujan :		data			
: tahun :	(mm)	(Ri)	(mm)	(mm)	(mm)
1969 :	96.39 :	135.36 :	103.06 :	32.30 :	1043.06 :
1970 :	110.81 :	122.97 :	102.87 :	20.10 :	404.13 :
1971 :	93.77 :	111.75 :	102.87 :	8.88 :	78.91 :
1972 :	90.90 :	110.81 :	102.87 :	7.94 :	63.09 :
1973 :	135.36 :	109.88 :	102.87 :	7.01 :	49.18 :
1974 :	111.75 :	108.97 :	102.87 :	6.10 :	37.25 :
1975 :	104.81 :	107.26 :	102.87 :	4.39 :	19.30 :
1976 :	93.84 :	106.98 :	102.87 :	4.11 :	16.92 :
1977 :	103.28 :	104.81 :	102.87 :	1.94 :	3.78 :
1978 :	108.97 :	103.28 :	102.87 :	0.41 :	0.17 :
1979 :	122.97 :	100.85 :	102.87 :	-2.02 :	4.07 :
1980 :	98.80 :	98.80 :	102.87 :	-4.07 :	16.54 :
1981 :	109.88 :	96.39 :	102.87 :	-6.48 :	41.95 :
1982 :	88.00 :	93.84 :	102.87 :	-9.03 :	81.49 :
1983 :	92.62 :	93.77 :	102.87 :	-9.10 :	82.76 :
1984 :	100.85 :	93.72 :	102.87 :	-9.15 :	83.67 :
1985 :	90.31 :	92.62 :	102.87 :	-10.25 :	105.00 :
1986 :	107.26 :	90.90 :	102.87 :	-11.97 :	143.21 :
1987 :	106.98 :	90.31 :	102.87 :	-12.56 :	157.68 :
1988 :	93.72 :	88.00 :	102.87 :	-14.87 :	221.03 :
					2653.17

Sx = 11.82

Tabel 3.19.

Data Cathment area Das Kali Dengkeng

Stasiun hujan	luas (m ²)	Koef.Thiesen
89 Deles	33.435	0.061
91 Keposong	15.572	0.028
58 Woro	56.065	0.101
30 Prambanan	62.835	0.114
59 Jogonalan	47.595	0.086
63 Klaten	68.652	0.124
96 Ponggok	0.000	0.000
71 Ceper	21.245	0.038
70 Trucuk	41.127	0.074
40 Bayat	111.807	0.202
41 Kali Jaran	0.000	0.000
76 Juwiring	0.000	0.000
75 Grojogan	0.000	0.000
44 Tawang Sari	32.177	0.058
45 Weru	62.017	0.112
Total	552.527	1.000



Gambar 3.8.

Table 3.20.

HXYTJ:0 j]x-e-5]y8 MOK[SXYM LQJBYH SNT:- HTZ:- XY9X6LJ hz=0

[illegible]

MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOVELA

JUVENILE	W12.312	(2013)	W12.313	(2014)	W14.314	(2015)	Veru	TAWANGSARI	W15.315	(2016)	P ave
(2012)	W12.312	(2013)	W12.313	(2014)	W14.314	(2015)			W15.315	(2016)	(mm)
122.02	3.00	58.00	0.00	73.50	4.23	38.00	9.97	93.35			
108.00	3.00	131.00	0.00	122.50	5.92	122.00	11.42	108.55			
44.00	0.50	120.00	0.00	124.00	7.23	85.00	9.30	92.37			
132.00	0.00	92.00	0.00	57.00	3.31	105.00	11.76	90.55			
36.50	0.00	140.00	5.30	155.00	9.63	95.00	10.64	136.23			
24.00	0.33	134.00	0.00	105.00	5.15	89.00	9.97	112.21			
73.00	0.00	105.00	0.00	130.00	7.54	97.00	10.36	106.55			
145.50	0.00	105.00	0.00	72.00	4.18	74.00	7.95	94.03			
37.00	3.00	155.00	0.00	118.00	5.34	34.00	9.41	39.05			
89.00	0.00	179.00	0.00	88.00	5.10	96.00	19.75	105.39			
95.50	0.00	192.00	0.00	85.00	3.77	102.00	13.42	117.37			
105.00	0.00	51.00	0.00	120.00	5.36	95.00	10.64	101.55			
39.00	0.00	55.00	0.00	119.00	6.38	109.00	12.23	112.70			
102.00	0.00	75.00	0.00	76.00	4.43	102.00	11.42	87.61			
89.00	0.00	34.00	0.00	124.00	7.23	54.00	7.37	89.73			
81.00	3.00	104.00	0.00	104.00	5.30	125.00	11.76	99.12			
96.00	0.00	55.00	0.00	135.00	5.09	84.00	9.41	90.82			
120.50	0.00	131.00	0.33	52.00	3.02	120.00	13.44	134.45			
156.00	3.00	75.00	0.00	84.00	4.87	118.00	13.22	110.71			
32.00	0.00	132.00	0.00	109.00	6.90	103.00	11.54	92.59			

PENGOLAHAN DATA TINGGI CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM RATA-RATA WILAYAH

tahun	R (mm)	ranking data (Ri)	R rata2 (mm)	Ri - Rrata2 (mm)	(Ri - Rrata2) ² (mm)
1969	99.36	136.23	102.45	33.78	1141.05
1970	106.55	117.37	102.45	14.92	222.59
1971	92.17	112.70	102.45	10.25	105.05
1972	90.56	112.21	102.45	9.76	95.25
1973	136.23	110.71	102.45	8.26	68.22
1974	112.21	106.95	102.45	4.50	20.25
1975	106.95	106.55	102.45	4.10	16.81
1976	94.03	105.29	102.45	2.84	8.06
1977	99.06	104.45	102.45	2.00	4.00
1978	105.29	101.35	102.45	-1.10	1.21
1979	117.37	99.36	102.45	-3.09	9.55
1980	101.35	99.12	102.45	-3.33	11.09
1981	112.70	99.06	102.45	-3.39	11.50
1982	87.61	94.03	102.45	-8.42	70.90
1983	89.78	92.69	102.45	-9.76	95.27
1984	99.12	92.17	102.45	-10.28	105.69
1985	90.82	90.82	102.45	-11.63	135.27
1986	104.45	90.56	102.45	-11.89	141.38
1987	110.71	89.78	102.45	-12.67	160.54
1988	92.69	87.61	102.45	-14.84	220.24

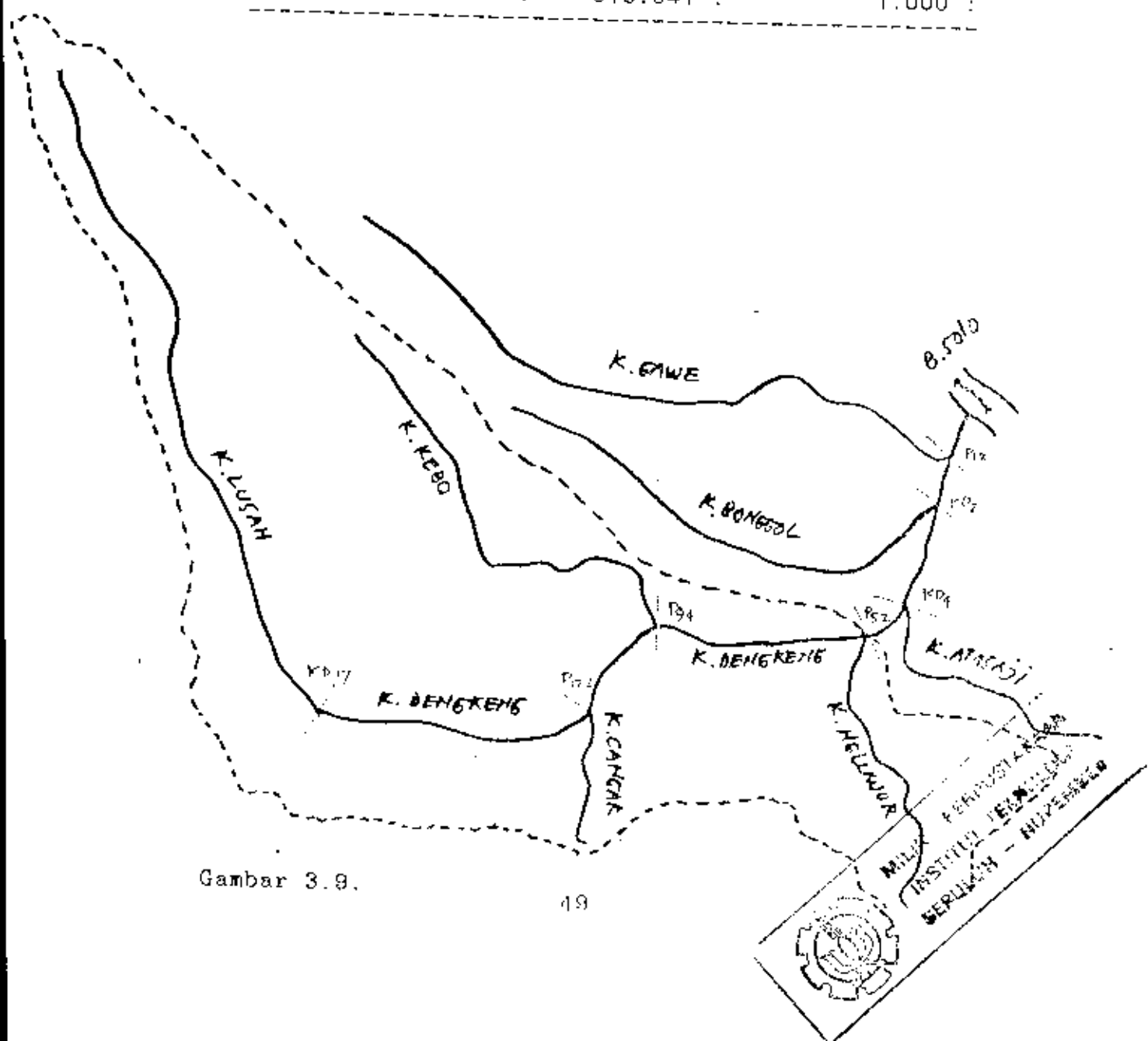
2643.92

$$S_x = 11.30$$

Tabel 3.22.

Data Cathment area Das Kali Dengkeng

Stasiun hujan	luas (m ²)	Koef. Thiesen
89 Deles	33.435	0.065
91 Keposong	15.572	0.030
58 Woro	56.065	0.109
30 Prambanan	62.835	0.122
59 Jogonalan	47.595	0.093
63 Klaten	68.652	0.134
96 Ponggok	0.000	0.000
71 Ceper	21.245	0.041
70 Trucuk	41.127	0.080
40 Bayat	111.807	0.218
41 Kali Jaran	0.000	0.000
76 Juwiring	0.000	0.000
75 Grojogan	0.000	0.000
44 Tawang Sari	12.269	0.024
45 Weru	42.439	0.083
Total	513.041	1.000



Gambar 3.9.

Table 3.23.

HK0370 Y-62-Y16 MONSIEUR NYLTH NITEL HYDRO KYNOL]RES

[illegible]

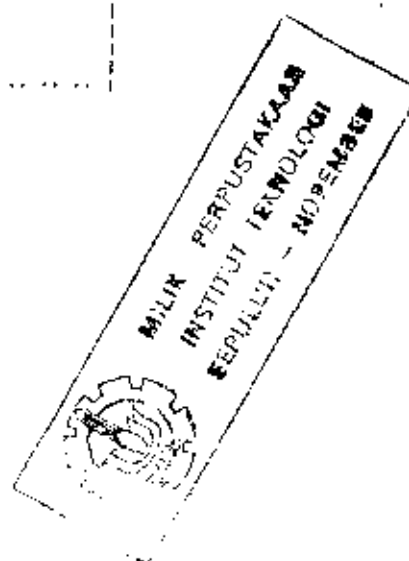
Learning :	Gerakan :	Tenaga:	Meru :	Ave :		
(R12) : W12.R12 : (R13) : W13.R13 : (R14) : W14.R14 : (R15) : W15.R15 : (R16) :						
102.00 :	0.00 :	58.00 :	0.00 :	11.00 :	1.39 :	100.31 :
109.00 :	0.33 :	157.00 :	0.33 :	102.00 :	2.45 :	107.01 :
95.00 :	3.00 :	120.00 :	0.00 :	125.00 :	3.30 :	91.30 :
102.00 :	0.33 :	92.00 :	0.33 :	51.00 :	1.31 :	91.45 :
96.00 :	3.30 :	140.00 :	0.00 :	155.00 :	3.33 :	135.31 :
84.00 :	0.00 :	134.00 :	0.33 :	106.00 :	2.54 :	113.40 :
74.00 :	3.30 :	105.00 :	0.00 :	130.00 :	3.12 :	105.57 :
125.00 :	0.00 :	106.00 :	3.33 :	12.00 :	1.15 :	95.81 :
97.00 :	0.33 :	155.00 :	0.00 :	118.00 :	2.55 :	98.29 :
39.00 :	0.00 :	179.00 :	0.33 :	22.00 :	2.11 :	105.91 :
95.00 :	0.00 :	122.00 :	0.00 :	55.00 :	1.56 :	120.00 :
105.00 :	0.00 :	81.00 :	0.00 :	120.00 :	2.83 :	131.01 :
83.00 :	0.00 :	65.00 :	0.00 :	112.00 :	2.64 :	132.30 :
102.00 :	0.33 :	75.00 :	0.00 :	75.00 :	1.82 :	81.57 :
89.00 :	0.00 :	84.30 :	0.00 :	125.30 :	1.00 :	89.47 :
81.00 :	0.00 :	104.00 :	0.00 :	131.00 :	2.50 :	98.75 :
36.30 :	0.00 :	55.00 :	0.00 :	105.30 :	2.52 :	90.66 :
120.00 :	0.00 :	131.20 :	0.00 :	52.30 :	1.25 :	105.97 :
155.30 :	0.00 :	15.00 :	3.33 :	84.00 :	2.32 :	111.69 :
91.00 :	0.00 :	102.00 :	0.00 :	19.00 :	2.85 :	91.35 :

Tabel 3.24.

PENGOLAHAN DATA TINGGI CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM RATA-RATA WILAYAH

tahun	R (mm)	ranking data (Ri)	R rata2 (mm)	Ri - Rrata2 (mm)	(Ri - Rrata2) ² (mm)
1969	100.81	136.81	102.90	33.91	1149.72
1970	107.01	120.03	102.90	17.13	293.35
1971	91.30	113.40	102.90	10.50	110.20
1972	91.45	113.07	102.90	10.17	103.38
1973	136.81	111.63	102.90	8.73	76.17
1974	113.40	107.01	102.90	4.11	16.87
1975	106.57	106.57	102.90	3.67	13.45
1976	95.81	106.37	102.90	3.47	12.02
1977	98.99	105.97	102.90	3.07	9.41
1978	106.37	101.01	102.90	-1.89	3.58
1979	120.03	100.81	102.90	-2.09	4.38
1980	101.01	98.99	102.90	-3.91	15.31
1981	113.07	98.76	102.90	-4.14	17.16
1982	87.57	95.81	102.90	-7.09	50.30
1983	89.47	91.45	102.90	-11.45	131.16
1984	98.76	91.36	102.90	-11.54	133.23
1985	90.66	91.30	102.90	-11.60	134.62
1986	105.97	90.66	102.90	-12.24	149.88
1987	111.63	89.47	102.90	-13.43	180.43
1988	91.36	87.57	102.90	-15.33	235.09
					2839.70

Sx = 12.23



Tabel 3.25.

Data Cathment area Das Kali Dengkeng

Stasiun hujan	luas (m ²)	Koef.Thiesen
:89 Deles	33.435	0.079
:91 Keposong	15.572	0.037
:58 Woro	56.065	0.133
:30 Prambanan	62.835	0.149
:59 Jogonalan	47.595	0.113
:63 Klaten	68.652	0.163
:96 Ponggok	0.000	0.000
:71 Ceper	21.246	0.050
:70 Trucuk	41.127	0.097
:40 Bayat	75.378	0.179
:41 Kali Jaran	0.000	0.000
:76 Juwiring	0.000	0.000
:75 Grojogan	0.000	0.000
:44 Tawang Sari	0.000	0.000
:45 Weru	0.000	0.000
Total	421.904	1.000

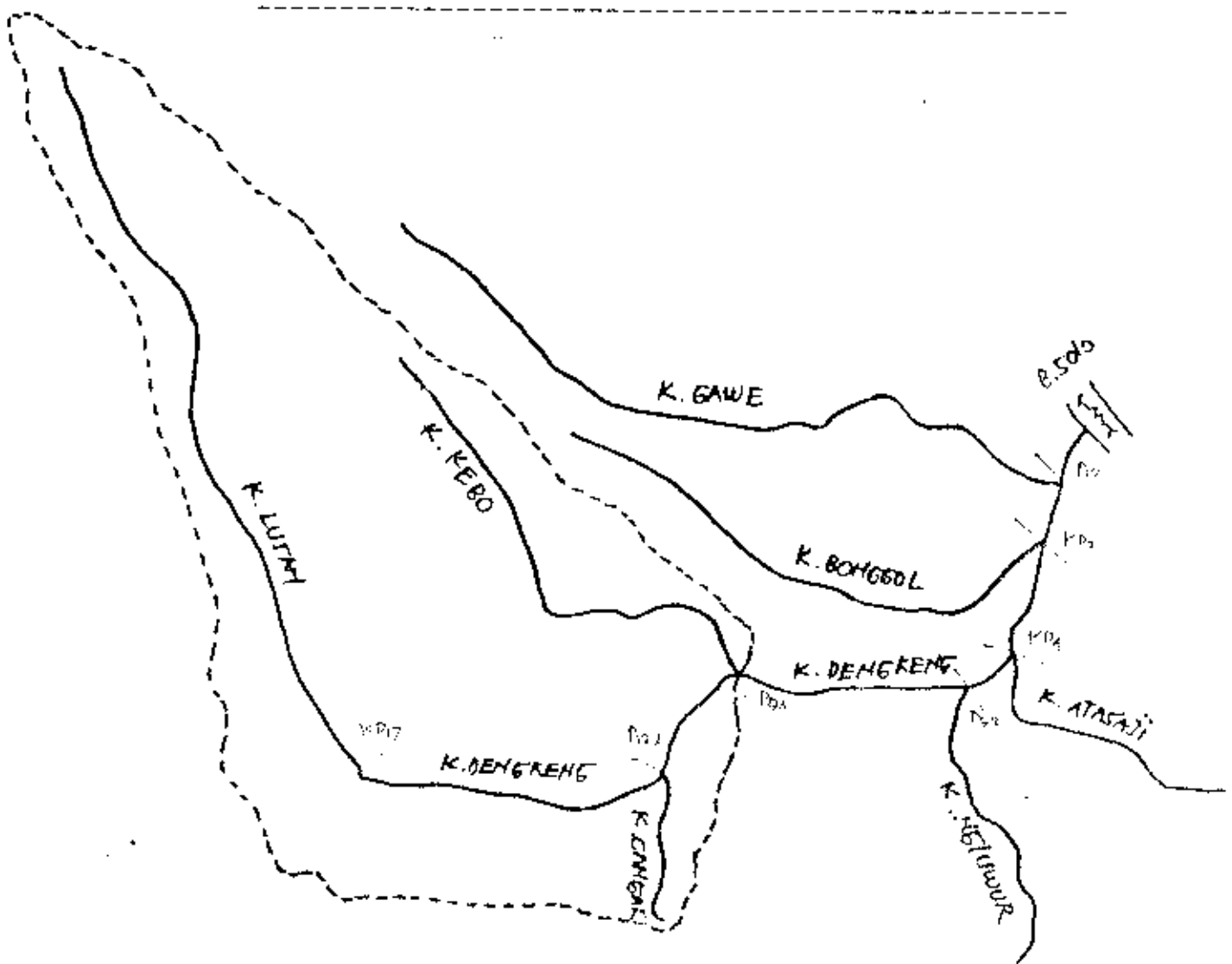


Table 3.26.

HEATH, SUE-ELIS WILSON, 1212TH W 7TH HYDROLOGY, 1993

Station	Be'as	De'as	Ver'o	Pr'as'at'	Ch'op'as'at'	Ch'at'at'	Ch'ay'as'at'	Ch'ay'at	Ch'ay'at	Ch'ay'at
191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202
193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203
194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205
196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206
197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208
199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211
202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212
203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213
204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214
205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215
206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216
207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218
209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220
211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221
212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222
213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224
215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225
216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226
217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227
218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228
219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230
221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231
222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232
223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234
225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235
226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236
227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237
228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238
229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241
232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242
233	234	23								

MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SURABAYA - KODOKWARA

[illegible]

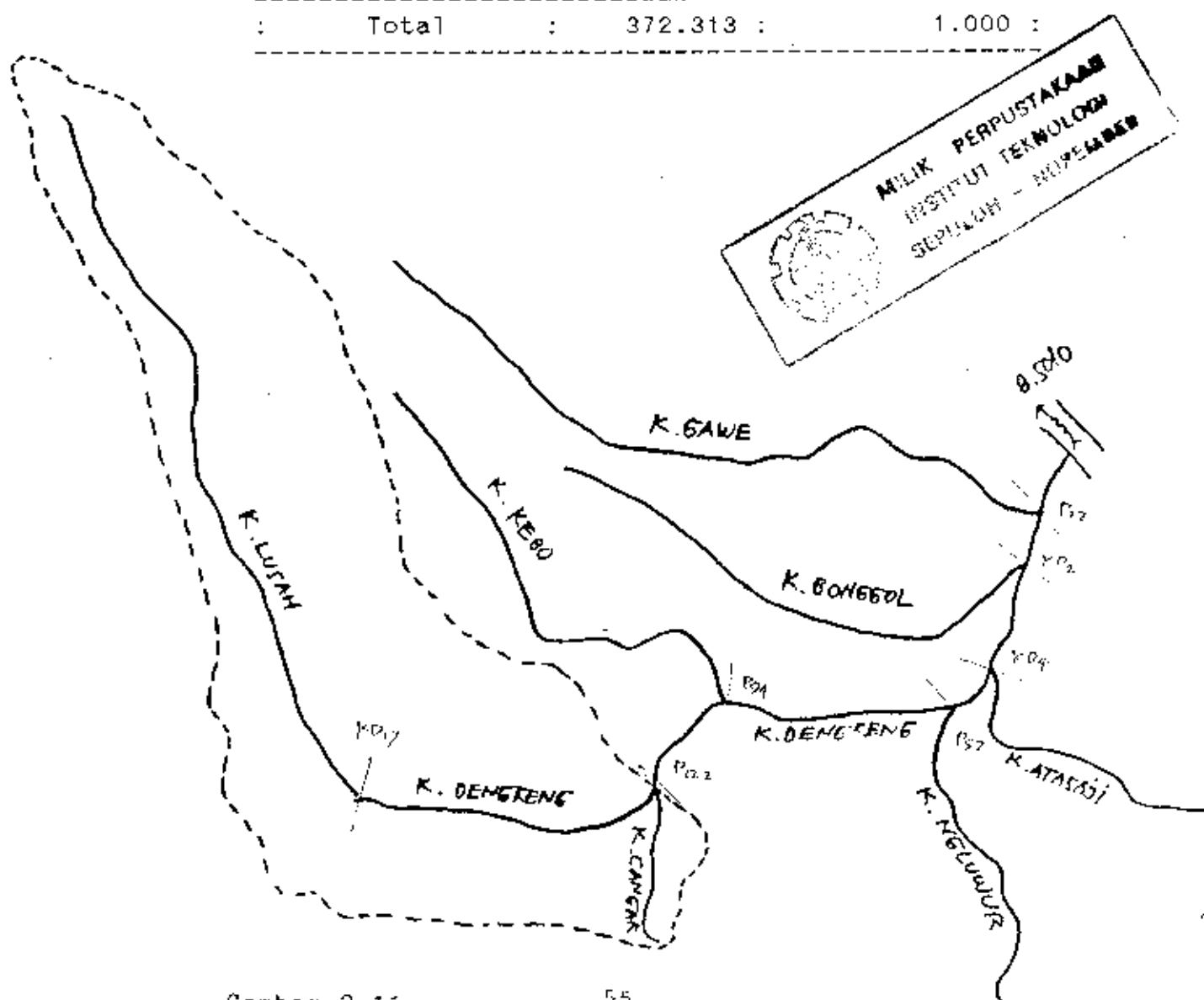
PENGOLAHAN DATA TINGGI CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM RATA-RATA WILAYAH

13.74
= 5x

Tabel 3.28.

Data Cathment area Das Kali Dengkeng

Stasiun hujan	luas (m ²)	Koef.Thiesen
89 Deles	33.435	0.090
91 Keposong	10.645	0.029
58 Woro	56.065	0.151
30 Prambanan	62.835	0.169
59 Jogonalan	47.595	0.128
63 Klaten	27.995	0.075
96 Ponggok	0.000	0.000
71 Ceper	21.245	0.057
70 Trucuk	41.127	0.110
40 Bayat	71.371	0.192
41 Kali Jaran	0.000	0.000
76 Juwiring	0.000	0.000
75 Grojogan	0.000	0.000
44 Tawang Sari	0.000	0.000
45 Weru	0.000	0.000
Total	372.313	1.000



Gambar 3.11.

Surviving	Grigorian	Tamassarian	Wern	Eye				
(312)	(R13)	(R14)	(R15)	(R16)				
102.50	0.00	63.00	0.00	71.00	0.00	89.00	0.00	105.74
103.00	0.00	197.00	0.00	102.00	0.00	102.00	0.00	110.19
95.00	0.00	120.00	0.00	135.00	0.00	83.00	0.00	51.05
102.30	0.00	92.00	0.00	57.00	0.00	105.00	0.00	87.35
56.30	0.00	340.00	0.00	385.00	0.00	95.00	0.00	143.00
84.00	0.00	134.00	0.00	166.00	0.00	89.00	0.00	120.45
77.40	0.00	105.00	0.00	130.00	0.00	97.00	0.00	138.55
145.00	0.00	106.00	0.00	72.00	0.00	71.00	0.00	101.12
97.00	0.00	155.00	0.00	113.00	0.00	84.00	0.00	160.92
89.00	0.00	172.00	0.00	38.00	0.00	96.00	0.00	114.83
55.00	0.00	192.00	0.00	55.00	0.00	102.00	0.00	124.79
105.00	0.00	21.00	0.00	120.00	0.00	95.00	0.00	160.49
83.30	0.00	58.00	0.00	110.00	0.00	109.00	0.00	112.42
103.00	0.00	75.00	0.00	75.00	0.00	102.00	0.00	89.12
89.00	0.00	84.00	0.00	125.00	0.00	54.00	0.00	52.35
81.00	0.00	104.00	0.00	134.00	0.00	105.00	0.00	104.09
95.00	0.00	65.00	0.00	105.00	0.00	84.00	0.00	87.00
120.00	0.00	131.00	0.00	52.00	0.00	120.00	0.00	104.05
165.00	0.00	75.00	0.00	34.00	0.00	118.00	0.00	105.84
92.30	0.00	102.00	0.00	119.00	0.00	133.00	0.00	90.35

Tabel 3.30.

PENGOLAHAN DATA TINGGI CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM RATA-RATA WILAYAH

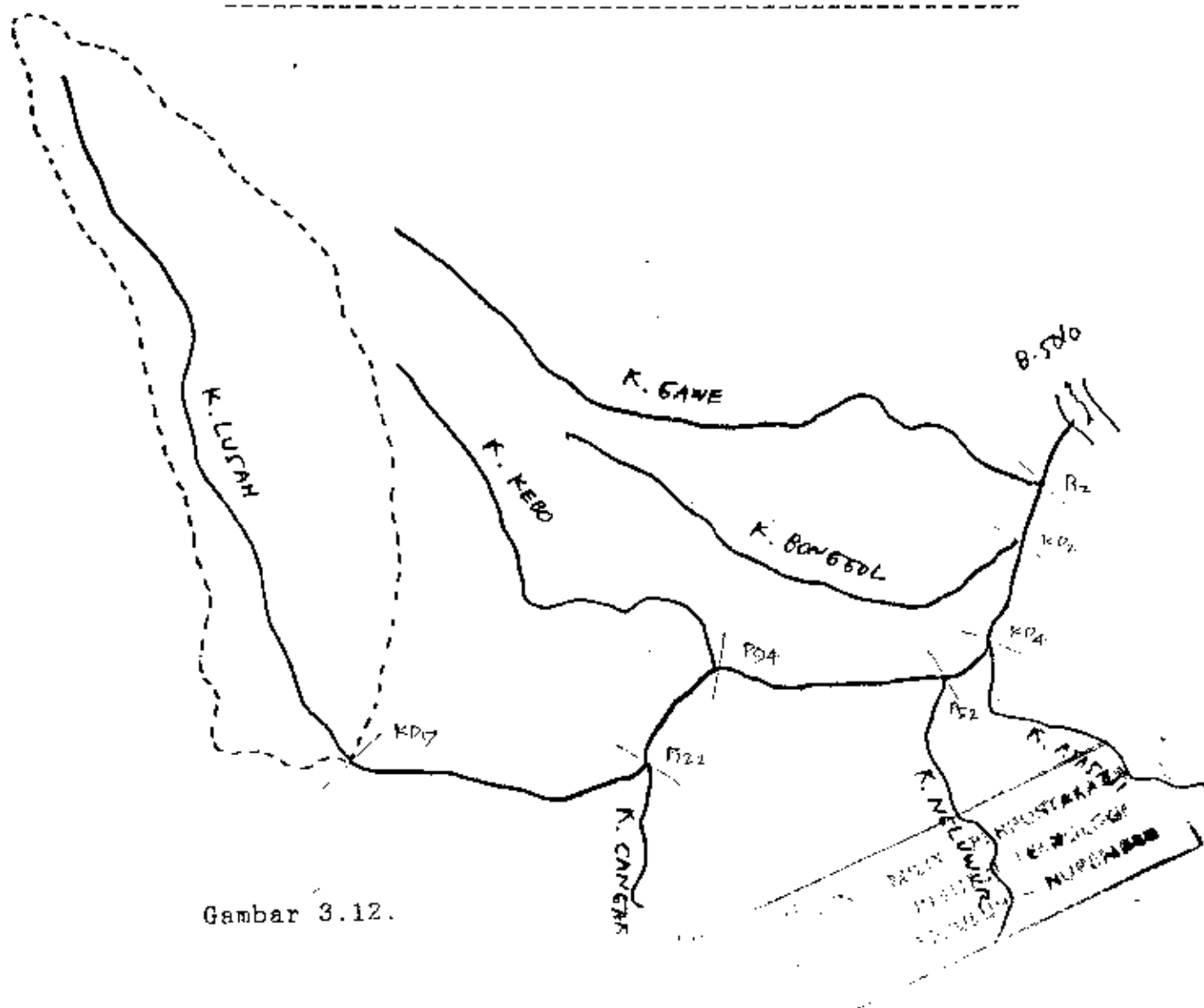
tahun	R (mm)	ranking data (Ri)	R rata2 (mm)	Ri - Rrata2 (mm)	(Ri - Rrata2)^2 (mm)
1969	105.74	143.00	104.99	38.01	1445.03
1970	110.19	124.79	104.99	19.80	392.18
1971	91.05	120.46	104.99	15.47	239.43
1972	87.35	118.42	104.99	13.43	180.46
1973	143.00	114.83	104.99	9.84	96.89
1974	120.46	110.19	104.99	5.20	27.08
1975	108.55	108.55	104.99	3.56	12.70
1976	101.12	105.84	104.99	0.85	0.73
1977	100.92	105.74	104.99	0.75	0.57
1978	114.83	104.09	104.99	-0.90	0.80
1979	124.79	104.05	104.99	-0.94	0.88
1980	100.49	101.12	104.99	-3.87	14.95
1981	118.42	100.92	104.99	-4.07	16.54
1982	89.12	100.49	104.99	-4.50	20.22
1983	92.36	92.36	104.99	-12.63	159.43
1984	104.09	91.05	104.99	-13.94	194.23
1985	87.00	90.36	104.99	-14.63	213.93
1986	104.05	89.12	104.99	-15.87	251.75
1987	105.84	87.35	104.99	-17.64	311.05
1988	90.36	87.00	104.99	-17.99	323.51
					3902.34

SX = 14.33

Tabel 3.31.

Data Cathment area Das Kali Dengkeng

Stasiun hujan	luas (m ²)	Koef.Thiesen
:89 Deles	33.435	0.111
:91 Keposong	10.645	0.035
:58 Woro	56.065	0.187
:30 Prambanan	62.835	0.209
:59 Jogonalan	47.595	0.158
:63 Klaten	27.995	0.093
:96 Ponggok	0.000	0.000
:71 Ceper	21.245	0.071
:70 Trucuk	0.000	0.000
:40 Bayat	40.635	0.135
:41 Kali Jaran	0.000	0.000
:76 Juwiring	0.000	0.000
:75 Grojogan	0.000	0.000
:44 Tawang Sari	0.000	0.000
:45 Weru	0.000	0.000
Total	300.450	1.000



Gambar 3.12.

Tabel 3.32.

PERHITUNGAN RUMAH KAWAN RUMAH KAWAN DATA KAWAN

Salibatan	Daerah	Keasahan	Woro	Prambanan	Jogonjati	K. Jati	Pongor	Cegar	Tungk	Bayat	Salibatan
Salibatan	Daerah	Keasahan	Woro	Prambanan	Jogonjati	K. Jati	Pongor	Cegar	Tungk	Bayat	Salibatan
1370	1370	1370	1370	1370	1370	1370	1370	1370	1370	1370	1370
1371	1371	1371	1371	1371	1371	1371	1371	1371	1371	1371	1371
1372	1372	1372	1372	1372	1372	1372	1372	1372	1372	1372	1372
1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373
1374	1374	1374	1374	1374	1374	1374	1374	1374	1374	1374	1374
1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375
1376	1376	1376	1376	1376	1376	1376	1376	1376	1376	1376	1376
1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377
1378	1378	1378	1378	1378	1378	1378	1378	1378	1378	1378	1378
1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379
1380	1380	1380	1380	1380	1380	1380	1380	1380	1380	1380	1380
1381	1381	1381	1381	1381	1381	1381	1381	1381	1381	1381	1381
1382	1382	1382	1382	1382	1382	1382	1382	1382	1382	1382	1382
1383	1383	1383	1383	1383	1383	1383	1383	1383	1383	1383	1383
1384	1384	1384	1384	1384	1384	1384	1384	1384	1384	1384	1384
1385	1385	1385	1385	1385	1385	1385	1385	1385	1385	1385	1385
1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386
1387	1387	1387	1387	1387	1387	1387	1387	1387	1387	1387	1387
1388	1388	1388	1388	1388	1388	1388	1388	1388	1388	1388	1388

Juwiring :	Grogogan :	Takingsari :	Meru :	R ave :
(R12) : w12.R12 : (R13) :	w13.R13 : (R14) :	w14.R14 : (R15) :	w15.R15 : (R16) :	
102.00 :	0.00 :	68.00 :	72.00 :	0.00 :
102.00 :	0.00 :	197.00 :	102.00 :	106.55 :
95.30 :	0.00 :	120.00 :	0.00 :	0.00 :
102.30 :	0.00 :	92.00 :	0.00 :	114.19 :
96.60 :	0.00 :	140.00 :	0.00 :	0.00 :
84.00 :	0.00 :	134.00 :	0.00 :	81.88 :
71.00 :	0.00 :	105.00 :	0.00 :	0.00 :
145.00 :	0.00 :	106.30 :	0.00 :	85.34 :
97.00 :	0.00 :	155.00 :	0.00 :	0.00 :
89.00 :	0.00 :	179.60 :	0.00 :	139.47 :
95.00 :	0.00 :	132.00 :	0.00 :	0.00 :
135.00 :	0.00 :	61.00 :	0.00 :	124.36 :
83.00 :	0.00 :	66.00 :	0.00 :	0.00 :
102.00 :	0.00 :	75.00 :	0.00 :	137.52 :
89.00 :	0.00 :	84.00 :	0.00 :	134.12 :
81.00 :	0.00 :	104.00 :	0.00 :	0.00 :
95.00 :	0.00 :	55.00 :	0.00 :	103.13 :
125.00 :	0.00 :	131.00 :	0.00 :	0.00 :
156.00 :	0.00 :	75.00 :	0.00 :	117.35 :
92.00 :	0.00 :	102.00 :	0.00 :	0.00 :
				132.45 :
				100.76 :
				0.00 :
				125.86 :
				89.26 :
				95.21 :
				106.58 :
				0.00 :
				57.46 :
				139.02 :
				102.66 :
				0.00 :
				38.80 :

PENGOLAHAN DATA TINGGI CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM RATA-RATA WILAYAH

11 15.53

1. PERHITUNGAN CURAH HUJAN RENCANA METODE GUMBEL

Rumus yang dipakai :

$$R_T = \bar{R} + \frac{Y_T - Y_n}{S_n} S_x$$

$$Y_T = - \ln \left(- \ln \left(\frac{T}{1+T} \right) \right)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n - 1}}$$

dimana :

R_T = Probabilitas curah hujan harian maksimum dalam frekwensi T tahunan.

\bar{R} = Curah hujan harian maksimum rata-rata wilayah.

Y_T = Reduced varied yang merupakan fungsi dari masa ulang T tahun.

Y_n = Reduced mean yang merupakan fungsi dari besar (banyaknya data (n).

S_n = Reduced standart deviasi yang merupakan fungsi dari banyaknya data (n).

S_x = Standart deviasi.

Tabel 3.35.

PERHITUNGAN TINGGI CURAH HUJAN PERIODE ULANG TERTENTU METODE GUMBELL
PADA DAS KALI DENGKENG

NO	PERIODE ULANG (T)	- R	YT	Yn	Sn	Sx	RT (mm)
1	2 thn	102.64	0.3665	0.5236	1.0628	11.17	100.99
2	5 thn	102.64	1.4999	0.5236	1.0628	11.17	112.90
3	10 thn	102.64	2.2504	0.5236	1.0628	11.17	120.79
4	25 thn	102.64	3.1985	0.5236	1.0628	11.17	130.75

PERHITUNGAN TINGGI CURAH HUJAN PERIODE ULANG TERTENTU METODE GUMBELL
KALI GAWE

NO	PERIODE ULANG (T)	- R	YT	Yn	Sn	Sx	RT (mm)
1	2 thn	102.87	0.3665	0.5236	1.0628	11.26	101.21
2	5 thn	102.87	1.4999	0.5236	1.0628	11.26	113.21
3	10 thn	102.87	2.2504	0.5236	1.0628	11.26	121.16
4	25 thn	102.87	3.1985	0.5236	1.0628	11.26	131.21

PERHITUNGAN TINGGI CURAH HUJAN PERIODE ULANG TERTENTU METODE GUMBELL
KALI BONGGOL

NO	PERIODE ULANG (T)	- R	YT	Yn	Sn	Sx	RT (mm)
1	2 thn	103.06	0.3665	0.5236	1.0628	11.82	101.31
2	5 thn	103.06	1.4999	0.5236	1.0628	11.82	113.92
3	10 thn	103.06	2.2504	0.5236	1.0628	11.82	122.26
4	25 thn	103.06	3.1985	0.5236	1.0628	11.82	132.81

PERHITUNGAN TINGGI CURAH HUJAN PERIODE ULANG TERTENTU METODE GUMBELL
KALI ATASAJI

NO	PERIODE ULANG (T)	- R	YT	Yn	Sn	Sx	RT (mm)
1	2 thn	102.45	0.3665	0.5236	1.0628	11.8	100.71
2	5 thn	102.45	1.4999	0.5236	1.0628	11.8	113.29
3	10 thn	102.45	2.2504	0.5236	1.0628	11.8	121.62
4	25 thn	102.45	3.1985	0.5236	1.0628	11.8	132.15

PERHITUNGAN TINGGI CURAH HUJAN PERIODE ULANG TERTENTU METODE GUMBELL
KALI NGLUWUR

NO	PERIODE ULANG (T)	- R	YT	Yn	Sn	Sx	RT (mm)
1	2 thn	102.9	0.3665	0.5236	1.0628	12.23	101.09
2	5 thn	102.9	1.4999	0.5236	1.0628	12.23	114.13
3	10 thn	102.9	2.2504	0.5236	1.0628	12.23	122.77
4	25 thn	102.9	3.1985	0.5236	1.0628	12.23	133.68

PERHITUNGAN TINGGI CURAH HUJAN PERIODE ULANG TERTENTU METODE GUMBELL
KALI KEBO

NO	PERIODE ULANG (T)	- R	YT	Yn	Sn	Sx	RT (mm)
1	2 thn	103.58	0.3665	0.5236	1.0628	13.74	101.55
2	5 thn	103.58	1.4999	0.5236	1.0628	13.74	116.20
3	10 thn	103.58	2.2504	0.5236	1.0628	13.74	125.90
4	25 thn	103.58	3.1985	0.5236	1.0628	13.74	138.16

PERHITUNGAN TINGGI CURAH HUJAN PERIODE ULANG TERTENTU METODE GUMBELL
KALI CANGAK

NO	PERIODE ULANG (T)	- R	YT	Yn	Sn	Sx	RT (mm)
1	2 thn	104.99	0.3665	0.5236	1.0628	14.33	102.87
2	5 thn	104.99	1.4999	0.5236	1.0628	14.33	118.15
3	10 thn	104.99	2.2504	0.5236	1.0628	14.33	128.27
4	25 thn	104.99	3.1985	0.5236	1.0628	14.33	141.06

PERHITUNGAN TINGGI CURAH HUJAN PERIODE ULANG TERTENTU METODE GUMBELL
KALI LUSAH

NO	PERIODE ULANG (T)	- R	YT	Yn	Sn	Sx	RT (mm)
1	2 thn	106.58	0.3665	0.5236	1.0628	14.33	15.53
2	5 thn	106.58	1.4999	0.5236	1.0628	14.33	15.53
3	10 thn	106.58	2.2504	0.5236	1.0628	14.33	15.53
4	25 thn	106.58	3.1985	0.5236	1.0628	14.33	15.53

3.3.3. KOEFISIEN PENGALIRAN

Air hujan yang masuk atau mengalir di sungai tergantung pada :

1. Jenis presipitasi

Pengaruh terhadap limpasan (pengaliran) sangat berbeda, tergantung pada jenis presipitasinya (hujan / salju).

2. Intensitas hujan.

Pengaruh intensitas hujan pada limpasan tergantung pada kapasitas infiltrasi, jika intensitas curah hujan lebih besar dari pada kapasitas infiltrasi, maka besarnya limpasan akan segera meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas curah hujan.

3. Lamanya hujan.

Bila lamanya hujan lebih panjang, maka lamanya limpasan juga menjadi lebih panjang, lamanya hujan juga menyebabkan penurunan kapasitas infiltrasi.

4. Distribusi curah hujan pada daerah aliran sungai.

5. Luas dan bentuk daerah aliran sungai.

6. Kondisi penggunaan tanah (land use).

7. Kondisi topographi dalam daerah aliran sungai.

Pada Kali Dengkeng dan anak-anak sungainya belum ada data-data untuk pembuatan grafik koefisien pengaliran (α) maka diambil hasil dari perkiraan yang diambil oleh *Necedo*. Hasil grafik dapat dilihat pada gambar 3.13

3.4. DISTRIBUSI HUJAN.

DISTRIBUSI HUJAN DAERAH.

Pada daerah aliran sungai Dengkeng terdapat 15 stasiun hujan, pada stasiun hujan tersebut waktu pengamatan tidak dilakukan pencatatan data mengenai pola pembagian hujan, sehingga diasumsikan bahwa curah hujan harian yang terjadi adalah terpusat selama 5 jam setiap harinya.

Methodode yang dipakai guna memperoleh distribusi pembagian curah hujan yaitu methodode unit hidrograph. Metode unit hidrograp yang dipakai disini menggunakan unit hidrograph *Nakayatsu*.

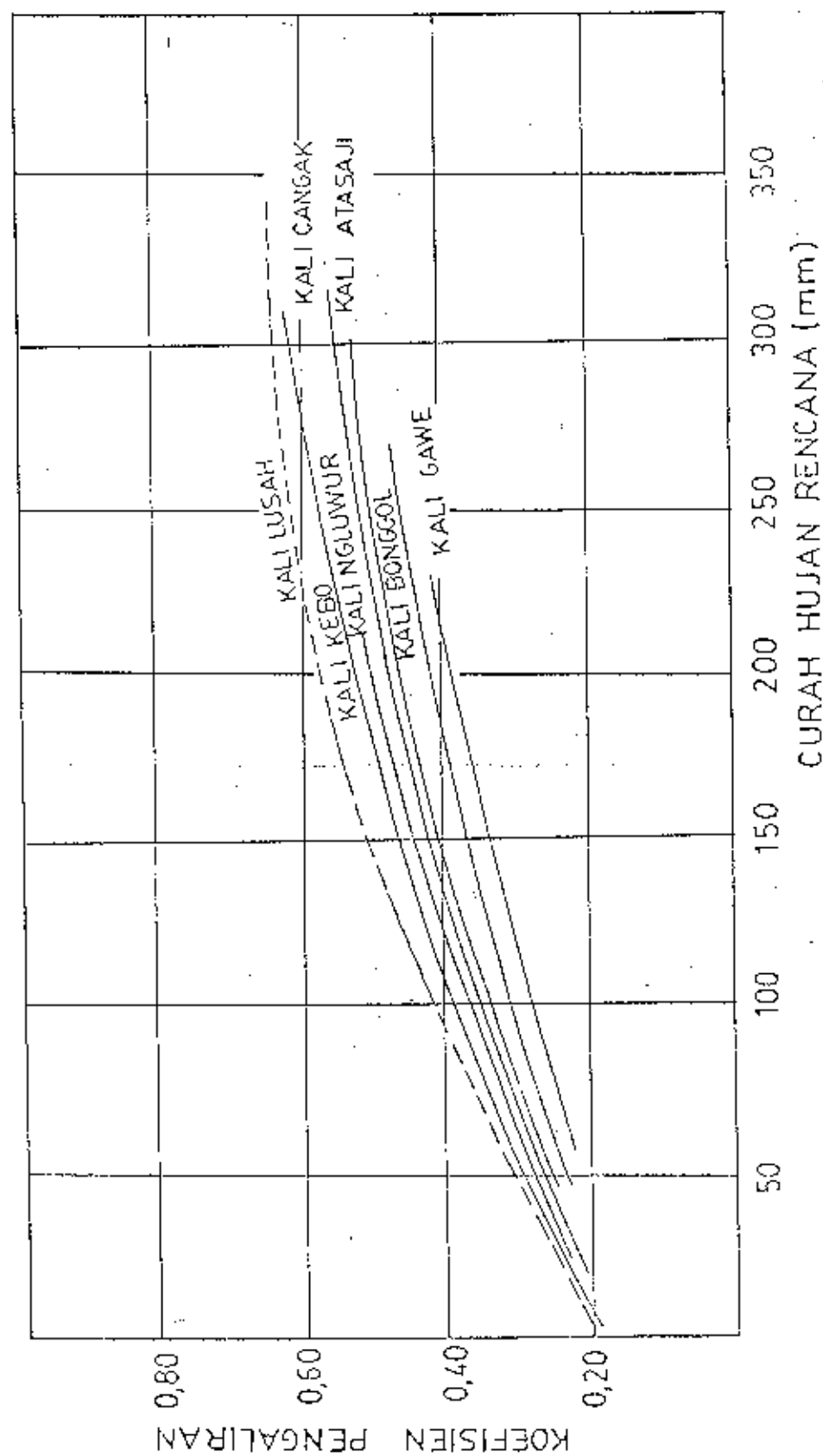
Dimana rata-rata curah hujan sampai jam ke T dianggap sebagai hujan terpusat selama 5 Jam.

Rumus yang dipakai yaitu :

$$R_t = (R_0) \left[\frac{T}{t} \right]^{2/3} \cdot \frac{R_{24}}{5}$$

dimana :

R_t = Rata-rata tinggi curah hujan dari permulaan sampai jam ke T.



Gambar 3.13.

R_0 = Tinggi curah hujan harian rata-rata.

R_{24} = Tinggi curah hujan efektif.

t = Waktu hujan dari permulaan sampai jam ke T .

T = lamanya waktu hujan terpusat.

Dari perumusan diatas, dapat dicari persamaan tinggi curah hujannya sebagai berikut :

$$t = 1 \text{ jam} \longrightarrow R_1 = \frac{R_{24}}{5} \left[\frac{5}{1} \right]^{2/3} = 0,58 R_{24}$$

$$t = 2 \text{ jam} \longrightarrow R_2 = \frac{R_{24}}{5} \left[\frac{5}{2} \right]^{2/3} = 0,37 R_{24}$$

$$t = 3 \text{ jam} \longrightarrow R_3 = \frac{R_{24}}{5} \left[\frac{5}{3} \right]^{2/3} = 0,28 R_{24}$$

$$t = 4 \text{ jam} \longrightarrow R_4 = \frac{R_{24}}{5} \left[\frac{5}{4} \right]^{2/3} = 0,23 R_{24}$$

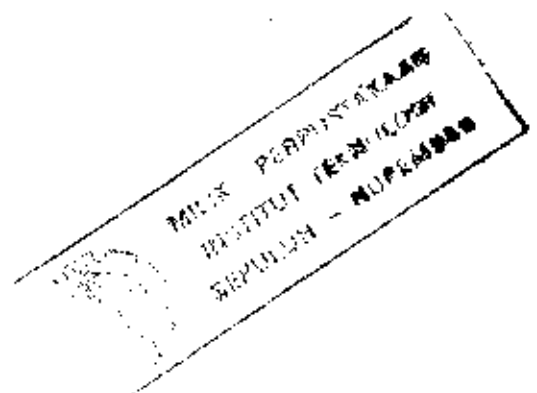
$$t = 5 \text{ jam} \longrightarrow R_5 = \frac{R_{24}}{5} \left[\frac{5}{5} \right]^{2/3} = 0,20 R_{24}$$

Dari persamaan tersebut diatas, dapat ditentukan tinggi curah hujannya pada jam ke T yaitu :

rumus yang digunakan :

$$R_T = t \cdot R_1 - (t-1) \cdot R_{t-1}$$

dimana :



R_T = Tinggi curah hujan pada jam ke T .

R_t = Rata-rata tinggi curah hujan sampai jam ke T .

t = Waktu hujan dari permulaan sampai jam ke T .

T = Lama waktu hujan terpusat.

$R_{(t-1)}$ = Rata-rata tinggi curah hujan dari permulaan sampai jam ke $(t-1)$.

Sehingga untuk :

$$\left. \begin{array}{l} T = 1 \text{ jam} \\ R_t = 0,58 \cdot R_{24} \end{array} \right\} \longrightarrow R_{T=1} = 1 \times 0,58 \cdot R_{24} - (1-1) R_{(1-1)} \\ = 0,58 \cdot R_{24}.$$

$$\left. \begin{array}{l} T = 2 \text{ jam} \\ R_t = 0,37 \cdot R_{24} \end{array} \right\} \longrightarrow R_{T=2} = 2 \times 0,37 \cdot R_{24} - (2-1) R_{(2-1)} \\ = 0,16 \cdot R_{24}.$$

$$\left. \begin{array}{l} T = 3 \text{ jam} \\ R_t = 0,28 \cdot R_{24} \end{array} \right\} \longrightarrow R_{T=3} = 3 \times 0,28 \cdot R_{24} - (3-1) R_{(3-1)} \\ = 0,10 \cdot R_{24}.$$

$$\left. \begin{array}{l} T = 4 \text{ jam} \\ R_t = 0,23 \cdot R_{24} \end{array} \right\} \longrightarrow R_{T=4} = 4 \times 0,23 \cdot R_{24} - (4-1) R_{(4-1)} \\ = 0,08 \cdot R_{24}$$

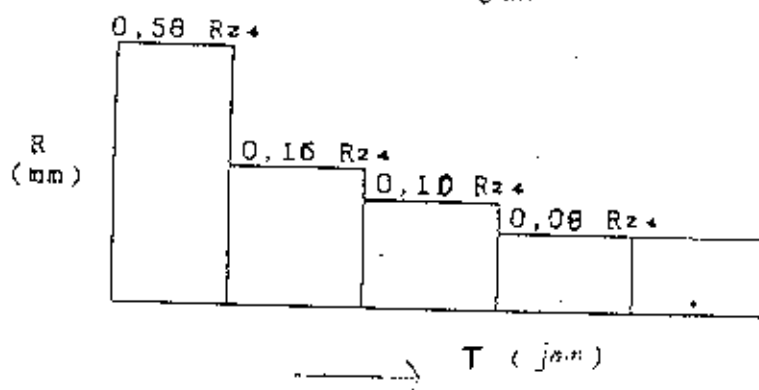
$$\begin{aligned}
 T &= 5 \text{ jam} \\
 R_t &= 0,20 \cdot R_{24}
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} T &= 5 \text{ jam} \\ R_t &= 0,20 \cdot R_{24} \end{aligned}} \right\} \rightarrow R_{T=5} = 5 \times 0,20 \cdot R_{24} - (5-1) R_{(5-1)} \\
 &= 0,08 \cdot R_{24}$$

Dari persamaan tersebut diatas (R_t) dan (R_t) dapat diperoleh distribusi hujan daerah, seperti tabel

Tabel 3.36. , distribusi curah hujan daerah

Jam ke T	Rata-rata tinggi curah hujan jam ke t (R_t)	Rata-rata tinggi curah hujan jam ke T (R_T)
1	$0,58 \cdot R_{24}$	$0,58 \cdot R_{24}$
2	$0,37 \cdot R_{24}$	$0,16 \cdot R_{24}$
3	$0,28 \cdot R_{24}$	$0,10 \cdot R_{24}$
4	$0,23 \cdot R_{24}$	$0,08 \cdot R_{24}$
5	$0,20 \cdot R_{24}$	$0,08 \cdot R_{24}$

gambar pola distribusi hujan



DISTRIBUSI HUJAN EFEKTIF.

Dalam perhitungan distribusi hujan efektif perumusan yang digunakan adalah:

$$R_{24} = \alpha \cdot R_t,$$

dimana :

R_{24} = Tinggi curah hujan efektif.

R_t = Tinggi curah hujan rencana.

α = Koefisien pengaliran.

Koefisien pengaliran tersebut merupakan perbandingan antara total hujan dengan hujan efektif yang langsung menjadi debit banjir dilapangan.

Besarnya koefisien pengaliran dapat dilihat pada gambar 3.13

Pola hujan efektif yang digunakan untuk probabilitas banjir, berasal dari kemungkinan tinggi curah hujan pada daerah aliran sungai, distribusi curah hujan jam-jaman ditentukan berdasarkan 5 (lima) kejadian curah hujan selama 5 jam hujan terpusat seperti pada perhitungan tabel diatas.

Dari perumusan tersebut, maka dalam perhitungan besarnya curah hujan efektif adalah sebagai berikut.

misalnya: Tinggi curah hujan rencana periode ulang 2 tahunan pada sub Das P-O adalah 100,99 mm, maka dalam mencari harga koefisien pengaliran yaitu dipakai gambar 3.13 . dengan cara menarik garis dari besarnya curah hujan rencana (2 tahunan) sehingga memotong garis lengkung grafik koefisien pengaliran. Besarnya harga koefisien pengaliran pada hujan rencana periode ulang 2 tahunan adalah 0,4 maka tinggi curah hujan efektif selama 5 jam adalah :

$$\begin{aligned} R_{24} &= \alpha \cdot R_1 \\ &= 0,40 \times 100,99 \\ &= 40,40 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Untuk menghitung tinggi curah hujan jam-jaman adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jam ke 1} \longrightarrow R_1 &= 0,58 \times R_{24} = 0,58 \times 43,15 \\ &= 25,03 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam ke 2} \longrightarrow R_2 &= 0,16 \times R_{24} = 0,16 \times 43,15 \\ &= 6,90 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam ke 3} \longrightarrow R_3 &= 0,10 \times R_{24} = 0,10 \times 43,15 \\ &= 4,32 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam ke 4} \longrightarrow R_4 &= 0,08 \times R_{24} = 0,08 \times 43,15 \\ &= 3,45 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam ke 5} \longrightarrow R_5 &= 0,08 \times R_{24} = 0,08 \times 43,15 \\ &= 3,45 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam ke 6} \longrightarrow R_6 &= 0,58 \times R_{24} = 0,58 \times 43,15 \\ &= 25,03 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Perhitungan curah hujan efektif untuk tinggi curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu lainnya pada masing-masing sub Das dapat dilihat pada tabel .

3.5. PERHITUNGAN UNIT HIDROGRAP

Metode perhitungan unit hidrograp yang digunakan dalam study ini yaitu unit hidrograp *NAKAYATSU*. Perumusan debit banjir yang disebabkan oleh suatu spesifik dari curah hujan dinyatakan sebagai berikut:

$$Q_{maks} = \frac{A \cdot R}{3,6 (0,3.T_p + T_{0,3})}$$

dimana :

Q_{maks} = Debit maksimum (puncak banjir).

A = Luas catchment area

R = Tinggi curah hujan spesifik 1 mm / 1 jam.

T_p = Waktu permulaan banjir sampai mencapai puncak banjir.

$T_{0,3}$ = Waktu puncak banjir sampai dengan waktu pada saat debit banjir menyusut sebesar 30% dari debit puncak banjir.

$$T_p = T_g + 0,8.T_r$$

$$T_{0,3} = C \cdot T_g$$

T_g = Lag time dalam daerah aliran sungai, harganya tergantung dari panjang sungai, dimana panjang sungai = L

untuk : a). $L > 15 \text{ Km}$

$$T_g = 0,4 + 0,056.L$$

b). $L < 15 \text{ Km}$

$$T_g = 0,21 (L)^{0,7}$$

T_r = Satuan dari curah hujan yang harganya juga tergantung dari panjang sungai.

untuk : a). $L > 15 \text{ Km}$

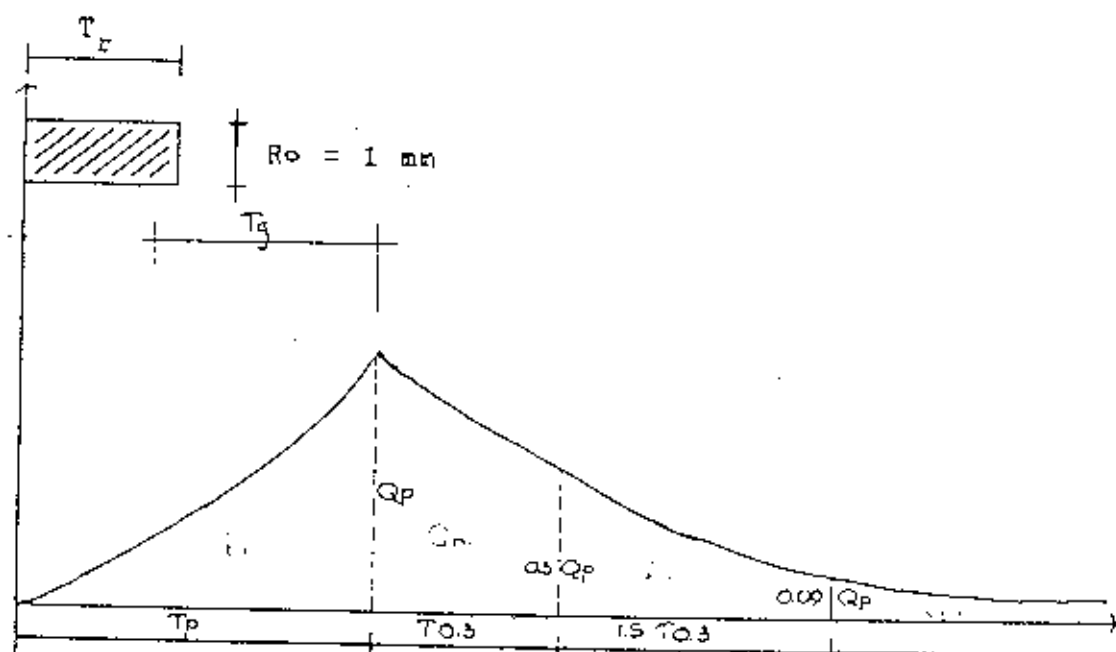
$$T_r = 0,6 \cdot T_g$$

b). $L < 15 \text{ Km}$

$$T_r = 0,5 \cdot T_g$$

C = Koefisien - pembanding yang besarnya berkisar antara 1,5 s/d 3,5

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.14



Gambar 3.14. Unit hidrograp Nakayatsu.

keterangan :

1. pada kurva naik

waktu $0 < t \leq T_p$.

$$Q = \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2.4} \times Q_{maks}$$

2. pada kurva turun

a. waktu $T_p < t \leq T \longrightarrow T = T_p + T_{0.3}$

$$Q = 0,3 \left[\frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right] \times Q_{maks}$$

b. waktu $T_p < t \leq T_{0,3}^2$

$$Q = 0,3 \left[\frac{t - T_p + 0,5 T_{0,3}}{1,5 \cdot T_{0,3}} \right] \times Q_{maks}$$

c. waktu $t \geq T_{0,3}^2$

$$Q = 0,3 \left[\frac{t - T_p + 1,5 T_{0,3}}{2 \cdot T_{0,3}} \right] \times Q_{maks}$$

Tabel 3.37.

Perhitungan curah hujan efektif dengan periode ulang tertentu
P 122

No	t	Rt	Koef.	R24
(tahun)	(mm)	(mm)		
1	2	132.87	0.416	42.79
2	5	158.15	0.430	50.89
3	10	128.27	0.490	62.85
4	25	141.06	0.530	74.76

KD 2

No	t	Rt	Koef.	R24
(tahun)	(mm)	(mm)		
1	2	131.31	0.410	41.64
2	5	113.92	0.421	47.95
3	10	122.26	0.466	56.24
4	25	132.81	0.532	66.67

P 94

No	t	Rt	Koef.	R24
(tahun)	(mm)	(mm)		
1	2	101.55	0.410	41.64
2	5	116.20	0.425	49.39
3	10	125.90	0.475	59.93
4	25	138.18	0.513	70.88

P 112

No	t	Rt	Koef.	R24
(tahun)	(mm)	(mm)		
1	2	101.21	0.410	41.50
2	5	113.21	0.420	47.55
3	10	125.56	0.455	55.25
4	25	131.21	0.495	64.95

P 52

No	t	Rt	Koef.	R24
(tahun)	(mm)	(mm)		
1	2	101.09	0.410	41.45
2	5	114.13	0.423	48.28
3	10	122.77	0.452	56.72
4	25	133.58	0.504	67.37

P 0

No	t	Rt	Koef.	R24
(tahun)	(mm)	(mm)		
1	2	103.22	0.400	40.40
2	5	112.90	0.418	47.15
3	10	120.79	0.453	54.72
4	25	130.75	0.491	64.20

KD 4

No	t	Rt	Koef.	R24
(tahun)	(mm)	(mm)		
1	2	100.71	0.406	40.89
2	5	113.29	0.420	47.58
3	10	121.62	0.458	55.73
4	25	132.15	0.501	66.21



Tabel 3.38.

Perhitungan tinggi curah hujan efektif jam-jaman periode ulang tertentu

P 122

		Angka	tinggi curah huja jam-jaman (R)			
Waktu	rasio	t 2 thn	t 5 thn	t 10 thn	t 25 thn	
Jam ke						
	R 24	42.79	50.80	62.85	74.76	
1	0.58	24.82	29.46	36.45	43.36	
2	0.16	6.85	8.13	10.06	11.96	
3	0.10	4.28	5.08	6.29	7.48	
4	0.08	3.42	4.06	5.03	5.98	
5	0.08	3.42	4.06	5.03	5.98	

P 94

		Angka	tinggi curah huja jam-jaman (R)			
Waktu	rasio	t 2 thn	t 5 thn	t 10 thn	t 25 thn	
Jam ke						
	R 24	41.64	49.39	59.93	70.88	
1	0.58	24.15	28.65	34.76	41.11	
2	0.16	6.66	7.90	9.59	11.34	
3	0.10	4.16	4.94	5.99	7.09	
4	0.08	3.33	3.95	4.79	5.67	
5	0.08	3.33	3.95	4.79	5.67	

P 52

		Angka	tinggi curah huja jam-jaman (R)			
Waktu	rasio	t 2 thn	t 5 thn	t 10 thn	t 25 thn	
Jam ke						
	R 24	41.45	48.28	56.72	67.37	
1	0.58	24.04	28.00	32.90	39.07	
2	0.16	6.63	7.72	9.08	10.78	
3	0.10	4.15	4.83	5.67	6.74	
4	0.08	3.32	3.86	4.54	5.39	
5	0.08	3.32	3.86	4.54	5.39	

KD 4

	Angka	tinggi curah huja jam-jaman (R)				
Waktu	rasio	t 2 thn	t 5 thn	t 10 thn	t 25 thn	
Jam ke						
	R 24	40.89	47.58	55.70	66.21	
1	0.58	23.72	27.60	32.31	38.40	
2	0.16	6.54	7.61	8.91	10.59	
3	0.10	4.09	4.76	5.57	6.62	
4	0.08	3.27	3.81	4.46	5.30	
5	0.08	3.27	3.81	4.46	5.30	

KD 2

	Angka	tinggi curah huja jam-jaman (R)				
Waktu	rasio	t 2 thn	t 5 thn	t 10 thn	t 25 thn	
Jam ke						
	R 24	41.54	47.96	56.24	66.67	
1	0.58	24.09	27.82	32.62	38.67	
2	0.16	6.65	7.67	9.00	10.67	
3	0.10	4.15	4.80	5.62	6.67	
4	0.08	3.32	3.84	4.50	5.33	
5	0.08	3.32	3.84	4.50	5.33	

P 112

	Angka	tinggi curah huja jam-jaman (R)				
Waktu	rasio	t 2 thn	t 5 thn	t 10 thn	t 25 thn	
Jam ke						
	R 24	41.50	47.55	55.25	64.95	
1	0.58	24.07	27.58	32.04	37.67	
2	0.16	6.64	7.61	8.84	10.39	
3	0.10	4.15	4.76	5.53	6.50	
4	0.08	3.32	3.80	4.42	5.20	
5	0.08	3.32	3.80	4.42	5.20	

P 0

	Angka	tinggi curah huja jam-jaman (R)				
Waktu	rasio	t 2 thn	t 5 thn	t 10 thn	t 25 thn	
Jam ke						
	R 24	40.40	47.19	54.72	64.20	
1	0.58	23.43	27.37	31.74	37.24	
2	0.16	6.46	7.55	8.76	10.27	
3	0.10	4.04	4.72	5.47	6.42	
4	0.08	3.23	3.78	4.38	5.14	
5	0.08	3.23	3.78	4.38	5.14	

PERHITUNGAN Q max KD 2

A = 678.947 KM²
 L = 57.6 KM
 C = 2.5
 R = 1 mm/jam

:	Tg	:	Tr	:	Tp	:	T 0.3	:	(T 0.3) ²	:	Q max	:
:	jam	:	jam	:	jam	:	jam	:	jam	:	(m ³ /dt)	:
:	3.74	:	2.24	:	5.54	:	9.35	:	14.03	:	17.13	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

PERHITUNGAN Q max P 12

A = 820.952 KM²
 L = 59.2 KM
 C = 2.5
 R = 1 mm/jam

:	Tg	:	Tr	:	Tp	:	T 0.3	:	(T 0.3) ²	:	Q max	:
:	jam	:	jam	:	jam	:	jam	:	jam	:	(m ³ /dt)	:
:	3.83	:	2.30	:	5.67	:	9.58	:	14.38	:	20.21	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

PERHITUNGAN Q max P 0

A = 825.222 KM²
 L = 61.6 KM
 C = 2.5
 R = 1 mm/jam

:	Tg	:	Tr	:	Tp	:	T 0.3	:	(T 0.3) ²	:	Q max	:
:	jam	:	jam	:	jam	:	jam	:	jam	:	(m ³ /dt)	:
:	3.97	:	2.38	:	5.80	:	9.93	:	14.90	:	20.58	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

PERHITUNGAN QMax P 122

A = 372.313 KM²
 L = 37.2 KM
 C = 2.5
 R = 1 mm/jam

Tg	Tr	Tp	T 0.3	(T 0.3) ²	Q max
jam	jam	jam	jam	jam	(m ³ /dt)
2.56	1.53	3.79	6.39	9.59	13.74

PERHITUNGAN Q max P 94

A = 421.904 KM²
 L = 42.8 KM
 C = 2.5
 R = 1 mm/jam

Tg	Tr	Tp	T 0.3	(T 0.3) ²	Q max
jam	jam	jam	jam	jam	(m ³ /dt)
2.88	1.73	4.27	7.21	10.81	13.81

PERHITUNGAN Q max P 52

A = 513.041 KM²
 L = 51.2 KM
 C = 2.5
 R = 1 mm/jam

Tg	Tr	Tp	T 0.3	(T 0.3) ²	Q max
jam	jam	jam	jam	jam	(m ³ /dt)
3.37	2.02	4.99	8.42	12.64	14.37

PERHITUNGAN Q max KD 4

A = 552.527 KM²
 L = 53.6 KM
 C = 2.5
 R = 1 mm/jam

Tg	Tr	Tp	T 0.3	(T 0.3) ²	Q max
jam	jam	jam	jam	jam	(m ³ /dt)
3.51	2.11	5.19	8.77	13.16	14.86

Tabel 3.39.

Perhitungan unit hidrograf P 122

Saat kurva naik :

$$0 < t < T_p$$

$$0 < t < 4 \text{ jam}$$

t	(t/T _p)	(t/T _p) ^{2.4}	Q max *	Q
:	:	:	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
0	0.000	0.000	13.740	0.000
1	0.250	0.038	13.740	0.493
2	0.500	0.189	13.740	2.803
3	0.750	0.501	13.740	6.888
4	1.000	1.000	13.740	13.740
:	:	:	:	:

Saat kurva turun :

$$T_p < t < (T_p + T_{0.3})$$

$$4 < t < 10.39$$

t	Y =	:	:	:	Q
:	(((t-T _p)/T _{0.3})+0.3) ^Y	:	Q max	:	(m ³ /dt)
5	0.158	:	0.828	:	13.740
6	0.313	:	0.886	:	13.740
7	0.469	:	0.568	:	13.740
8	0.626	:	0.471	:	13.740
9	0.782	:	0.390	:	13.740
10	0.939	:	0.323	:	13.740
:	:	:	:	:	:

Saat kurva turun :

$$Y < t < T_{0.3}$$

$$(T_p + T_{0.3}) < t < (T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3})$$

$$10.39 < t < 19.98$$

t	Y1	0.3 ^{Y1}	Q max	Q	Y1 =
:	:	:	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(t-T _p +0.5 T _{0.3})
11	1.064	0.278	13.740	3.818	(1.5 T _{0.3})
12	1.168	0.245	13.740	3.367	:
13	1.272	0.216	13.740	2.970	:
14	1.377	0.191	13.740	2.619	:
15	1.481	0.168	13.740	2.310	:
16	1.585	0.148	13.740	2.037	:
17	1.690	0.131	13.740	1.797	:
18	1.794	0.115	13.740	1.585	:
19	1.898	0.102	13.740	1.398	:
20	2.003	0.090	13.740	1.233	:
:	:	:	:	:	:

Saat kurva turun :

$$t > T_{0.3}$$

$$t > 20$$

t	Y2	0.3 ^{Y2}	Q max	Q	Y2 =
:	:	:	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(t-T _p +1.5 T _{0.3})
20	2.018	0.088	13.740	1.210	2 T _{0.3}
21	2.097	0.080	13.740	1.101	:
22	2.175	0.073	13.740	1.002	:
23	2.253	0.066	13.740	0.912	:
24	2.331	0.060	13.740	0.830	:
:	:	:	:	:	:



Tabel 3.40.

Perhitungan unit hidrograf P 94

Saat kurva naik :

$$0 < t < T_p$$

$$0 < t < 4 \text{ jam}$$

t	(t/T _p)	(t/T _p) ^{2.4}	Q max	Q
:	:	:	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
0	0.000	0.000	13.810	0.000
1	0.250	0.038	13.810	0.496
2	0.500	0.189	13.810	2.617
3	0.750	0.501	13.810	6.924
4	1.000	1.000	13.810	13.810
:	:	:	:	:

Saat kurva turun :

$$T_p < t < (T_p + T_{0.3})$$

$$4 < t < 11.21$$

t :	Y =	:	:	:	:
:	:(t-T _p)/T _{0.3} :	0.3 ^Y	Q _{max}	Q	:
:	:	:	:(m ³ /dt)	:(m ³ /dt)	:
5 :	0.139 :	0.846 :	13.810 :	11.686 :	
6 :	0.277 :	0.716 :	13.810 :	9.889 :	
7 :	0.416 :	0.608 :	13.810 :	8.368 :	
8 :	0.555 :	0.513 :	13.810 :	7.081 :	
9 :	0.693 :	0.434 :	13.810 :	5.992 :	
10 :	0.832 :	0.367 :	13.810 :	5.071 :	
11 :	:	:	:	:	:

Saat kurva turun :

$$T < t < T_{0.3}$$

$$(T_p + T_{0.3}) < t < (T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3})$$

$$11.21 < t < 22.03$$

t	Y1	0.3 ^{Y1}	Q max	Q
:	:	:	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
12	1.073	0.275	13.810	3.784
13	1.166	0.246	13.810	3.394
14	1.258	0.220	13.810	3.037
15	1.350	0.197	13.810	2.717
16	1.443	0.176	13.810	2.431
17	1.535	0.157	13.810	2.175
18	1.628	0.141	13.810	1.946
19	1.720	0.126	13.810	1.741
20	1.813	0.113	13.810	1.557
21	1.905	0.101	13.810	1.393
22	1.998	0.090	13.810	1.248

Saat kurva turun :

$$t > T_{0.3}$$

$$t > 22$$

t	Y2	0.3 ^{Y2}	Q max	Q
:	:	:	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
23	2.088	0.083	13.810	1.146
24	2.137	0.076	13.810	1.054
:	:	:	:	:

Tabel 3.41.

Perhitungan unit hidrograf P 52

Saat kurva naik :

$$0 < t < T_p$$

$$0 < t < 5 \text{ jam}$$

t :	(t/T _p) :	(t/T _p) ^{2,4} :	Q max :	Q :
0 :	0.000 :	0.000 :	14.370 :	0.000 :
1 :	0.200 :	0.026 :	14.370 :	0.302 :
2 :	0.400 :	0.111 :	14.370 :	1.594 :
3 :	0.600 :	0.293 :	14.370 :	4.217 :
4 :	0.800 :	0.585 :	14.370 :	8.411 :
5 :	1.000 :	1.000 :	14.370 :	14.370 :

Saat kurva turun :

$$T_p < t < (T_p + T_{0,3})$$

$$5 < t < 13,42$$

t :	Y =	:(t-T _p)/T _{0,3} :	0.3 ^{-Y}	Q _{max}	Q
:	:	:	:	(m3/dt)	(m3/dt)
6 :	0.119 :	0.867 :	14.370 :	12.455 :	
7 :	0.238 :	0.751 :	14.370 :	10.796 :	
8 :	0.356 :	0.651 :	14.370 :	9.357 :	
9 :	0.475 :	0.564 :	14.370 :	8.111 :	
10 :	0.594 :	0.489 :	14.370 :	7.030 :	
11 :	0.713 :	0.424 :	14.370 :	6.083 :	
12 :	0.831 :	0.368 :	14.370 :	5.282 :	
13 :	0.950 :	0.319 :	14.370 :	4.578 :	

Saat kurva turun :

$$T < t < T_{0,3}$$

$$(T_p + T_{0,3}) < t < (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$$

$$13,42 < t < 23,84$$

t :	Y1 :	0.3 ^{Y1} :	Q max :	Q :
14 :	1.046 :	0.284 :	14.370 :	4.079 :
15 :	1.125 :	0.258 :	14.370 :	3.708 :
16 :	1.204 :	0.235 :	14.370 :	3.371 :
17 :	1.283 :	0.213 :	14.370 :	3.065 :
18 :	1.363 :	0.194 :	14.370 :	2.786 :
19 :	1.442 :	0.176 :	14.370 :	2.533 :
20 :	1.521 :	0.160 :	14.370 :	2.302 :
21 :	1.600 :	0.146 :	14.370 :	2.093 :
22 :	1.679 :	0.132 :	14.370 :	1.903 :
23 :	1.759 :	0.120 :	14.370 :	1.730 :
24 :	1.838 :	0.109 :	14.370 :	1.572 :

Tabel 3.42.

Perhitungan unit hidrograf KD 4

Saat kurva naik :

$$0 < t < T_p$$

$$0 < t < 5 \text{ jam}$$

t :	(t/T _p) :	(t/T _p) ^{2,4} :	Q max :	Q :
:	:	:	(m ³ /dt) :	(m ³ /dt) :
0 :	0,000 :	0,000 :	14,860 :	0,000 :
1 :	0,200 :	0,021 :	14,860 :	0,312 :
2 :	0,400 :	0,131 :	14,860 :	1,648 :
3 :	0,600 :	0,293 :	14,860 :	4,361 :
4 :	0,800 :	0,585 :	14,860 :	8,698 :
5 :	1,000 :	1,000 :	14,860 :	14,860 :

Saat kurva turun :

$$T_p < t < (T_p + T_{0,3})$$

$$5 < t < 13,77$$

t :	Y = :	0,3*Y :	Q max :	Q :
:	:	:	(m ³ /dt) :	(m ³ /dt) :
6 :	0,114 :	0,072 :	14,860 :	12,954 :
7 :	0,228 :	0,160 :	14,860 :	11,282 :
8 :	0,342 :	0,202 :	14,860 :	9,844 :
9 :	0,456 :	0,277 :	14,860 :	8,581 :
10 :	0,570 :	0,343 :	14,860 :	7,480 :
11 :	0,684 :	0,439 :	14,860 :	6,521 :
12 :	0,798 :	0,483 :	14,860 :	5,684 :
13 :	0,912 :	0,533 :	14,860 :	4,955 :
14 :	1,026 :	0,591 :	14,860 :	4,319 :

Saat kurva turun :

$$T < t < T_{0,3}$$

$$(T_p + T_{0,3}) < t < (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$$

$$13,77 < t < 26,58$$

t :	Y1 :	0,3*Y1 :	Q max :	Q :
:	:	:	(m ³ /dt) :	(m ³ /dt) :
15 :	1,094 :	0,268 :	14,860 :	3,983 :
16 :	1,170 :	0,245 :	14,860 :	3,635 :
17 :	1,246 :	0,223 :	14,860 :	3,317 :
18 :	1,322 :	0,204 :	14,860 :	3,027 :
19 :	1,398 :	0,186 :	14,860 :	2,762 :
20 :	1,474 :	0,170 :	14,860 :	2,521 :
21 :	1,550 :	0,155 :	14,860 :	2,300 :
22 :	1,626 :	0,141 :	14,860 :	2,099 :
23 :	1,702 :	0,129 :	14,860 :	1,915 :
24 :	1,778 :	0,118 :	14,860 :	1,740 :

Y1 =

$$(1,5 T_{0,3})$$

Tabel 3.43.

Perhitungan unit hidrograf KD 2

Saat kurva naik :

$0 < t < T_p$

$0 < t < 6 \text{ jam}$

t :	(t/T _p)	(t/T _p) ^{2,4}	Q max :	Q :
:	:	:	(m ³ /dt) :	(m ³ /dt) :
0 :	0,000 :	0,000 :	17,130 :	0,000 :
1 :	0,167 :	0,014 :	17,130 :	0,232 :
2 :	0,333 :	0,072 :	17,130 :	1,226 :
3 :	0,500 :	0,189 :	17,130 :	3,246 :
4 :	0,667 :	0,376 :	17,130 :	6,473 :
5 :	0,833 :	0,646 :	17,130 :	11,059 :
6 :	1,000 :	1,000 :	17,130 :	17,130 :

Saat kurva turun :

$T_p < t < (T_p+T_0,3)$

$6 < t < 15,35$

t :	Y =	(t-T _p)/T _{0,3} :	0,3 ^{-Y}	Qmax :	Q :
:	:	:	:	(m ³ /dt) :	(m ³ /dt) :
7 :	0,107 :	0,879 :	0,879 :	17,130 :	15,060 :
8 :	0,214 :	0,773 :	0,773 :	17,130 :	13,241 :
9 :	0,321 :	0,680 :	0,680 :	17,130 :	11,641 :
10 :	0,428 :	0,597 :	0,597 :	17,130 :	10,234 :
11 :	0,535 :	0,525 :	0,525 :	17,130 :	8,998 :
12 :	0,642 :	0,462 :	0,462 :	17,130 :	7,911 :
13 :	0,749 :	0,406 :	0,406 :	17,130 :	6,955 :
14 :	0,856 :	0,357 :	0,357 :	17,130 :	6,115 :
15 :	0,963 :	0,314 :	0,314 :	17,130 :	5,376 :
16 :	1,070 :	0,276 :	0,276 :	17,130 :	4,726 :

Saat kurva turun :

$T < t < T_0,3$

$(T_p+T_0,3) < t < (T_p+T_0,3+1,5T_0,3)$

$13,77 < t < 26,58$

t :	Y1	0,3 ^{-Y1}	Q max :	Q :
:	:	:	(m ³ /dt) :	(m ³ /dt) :
17 :	1,116 :	0,280 :	17,130 :	4,460 :
18 :	1,189 :	0,239 :	17,130 :	4,093 :
19 :	1,260 :	0,219 :	17,130 :	3,757 :
20 :	1,332 :	0,201 :	17,130 :	3,448 :
21 :	1,403 :	0,185 :	17,130 :	3,164 :
22 :	1,474 :	0,170 :	17,130 :	2,904 :
23 :	1,545 :	0,156 :	17,130 :	2,665 :
24 :	1,617 :	0,143 :	17,130 :	2,446 :

Tabel 3.44.

Perhitungan unit hidrograf P 12

Saat kurva naik :

$$0 < t < T_p$$

$$0 < t < 6 \text{ jam}$$

t :	(t/T _p) :	(t/T _p) ^{2,4} :	Q _{max} :	Q :
:	:	:	(m ³ /dt) :	(m ³ /dt) :
0 :	0,000 :	0,000 :	20,210 :	0,000 :
1 :	0,167 :	0,014 :	20,210 :	0,274 :
2 :	0,333 :	0,072 :	20,210 :	1,447 :
3 :	0,500 :	0,189 :	20,210 :	3,829 :
4 :	0,667 :	0,378 :	20,210 :	7,637 :
5 :	0,833 :	0,648 :	20,210 :	13,048 :
6 :	1,000 :	1,000 :	20,210 :	20,210 :

Saat kurva turun :

$$T_p < t < (T_p + T_{0,3})$$

$$6 < t < 15,58$$

t :	Y =	0,3 ^Y :	Q _{max} :	Q :
:	:	:	(m ³ /dt) :	(m ³ /dt) :
7 :	0,104 :	0,982 :	20,210 :	17,823 :
8 :	0,209 :	0,778 :	20,210 :	15,718 :
9 :	0,313 :	0,686 :	20,210 :	13,882 :
10 :	0,418 :	0,605 :	20,210 :	12,225 :
11 :	0,522 :	0,533 :	20,210 :	10,781 :
12 :	0,626 :	0,470 :	20,210 :	9,508 :
13 :	0,731 :	0,415 :	20,210 :	8,385 :
14 :	0,835 :	0,366 :	20,210 :	7,395 :
15 :	0,939 :	0,323 :	20,210 :	6,521 :
16 :	1,044 :	0,285 :	20,210 :	5,751 :

Saat kurva turun :

$$T < t < T_{0,3}$$

$$(T_p + T_{0,3}) < t < (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$$

$$15,58 < t < 29,95$$

t :	Y1	0,3 ^{Y1} :	Q _{max} :	Q :
:	:	:	(m ³ /dt) :	(m ³ /dt) :
17 :	1,099 :	0,268 :	20,210 :	5,383 :
18 :	1,168 :	0,245 :	20,210 :	4,950 :
19 :	1,238 :	0,225 :	20,210 :	4,552 :
20 :	1,308 :	0,207 :	20,210 :	4,187 :
21 :	1,377 :	0,191 :	20,210 :	3,850 :
22 :	1,447 :	0,175 :	20,210 :	3,541 :
23 :	1,516 :	0,161 :	20,210 :	3,258 :
24 :	1,586 :	0,148 :	20,210 :	2,994 :

Tabel 3.45.

Perhitungan unit hidrograf P 0

Saat kurva naik :

$$0 < t < T_p$$

$$0 < t < 6 \text{ jam}$$

t	(t/T _p)	(t/T _p) ^{2,4}	Q max	Q
0	0.000	0.000	20.580	0.000
1	0.167	0.014	20.580	0.273
2	0.333	0.072	20.580	1.474
3	0.500	0.189	20.580	3.898
4	0.667	0.378	20.580	7.777
5	0.833	0.646	20.580	13.286
6	1.000	1.000	20.580	20.580

Saat kurva turun :

$$T_p < t < (T_p + T_{0,3})$$

$$8 < t < 15.93$$

t	Y	(t-T _p)/T _{0,3}	0,3*Y	Q max	Q
7	0.101	0.866	20.580	18.230	
8	0.201	0.785	20.580	16.149	
9	0.302	0.695	20.580	14.305	
10	0.403	0.616	20.580	12.671	
11	0.504	0.545	20.580	11.224	
12	0.604	0.483	20.580	9.943	
13	0.705	0.428	20.580	8.807	
14	0.806	0.379	20.580	7.802	
15	0.906	0.336	20.580	6.911	
16	1.007	0.297	20.580	6.122	

Saat kurva turun :

$$T < t < T_{0,3}$$

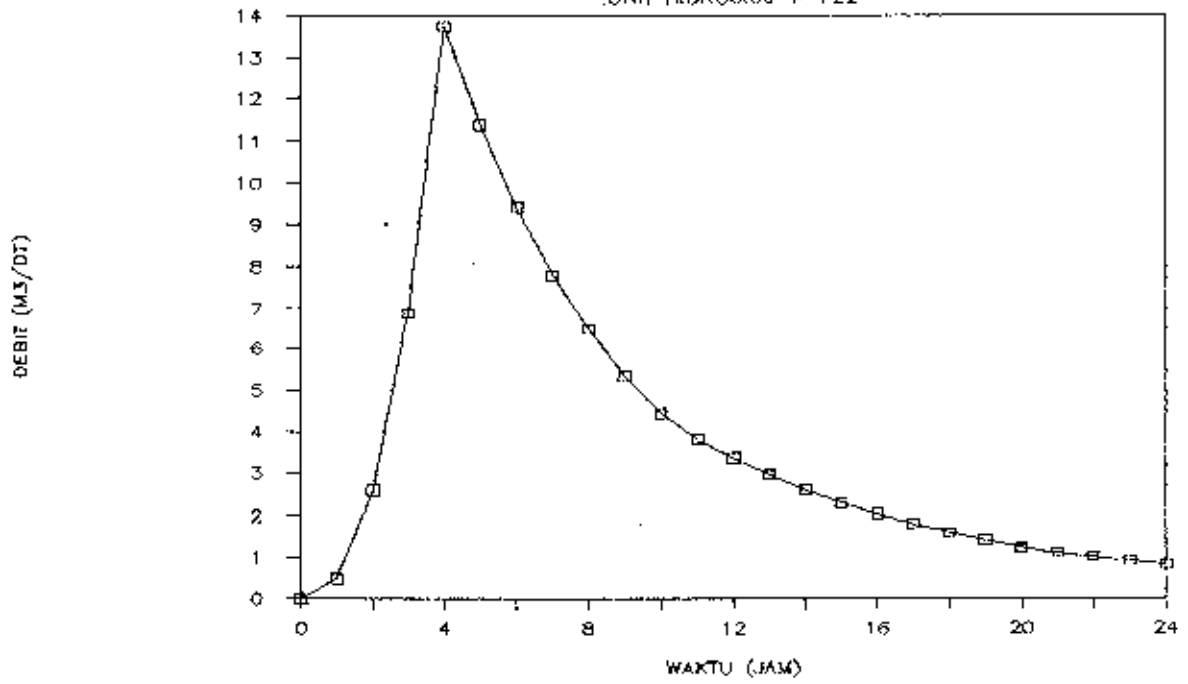
$$(T_p + T_{0,3}) < t < (T_p + T_{0,3} + 1.5 T_{0,3})$$

$$15.93 < t < 30.83$$

t	Y1	0,3*Y1	Q max	Q
17	1.072	0.275	20.580	5.662
18	1.138	0.254	20.580	5.223
19	1.206	0.234	20.580	4.817
20	1.273	0.216	20.580	4.443
21	1.340	0.199	20.580	4.098
22	1.408	0.184	20.580	3.780
23	1.475	0.169	20.580	3.486
24	1.542	0.158	20.580	3.216

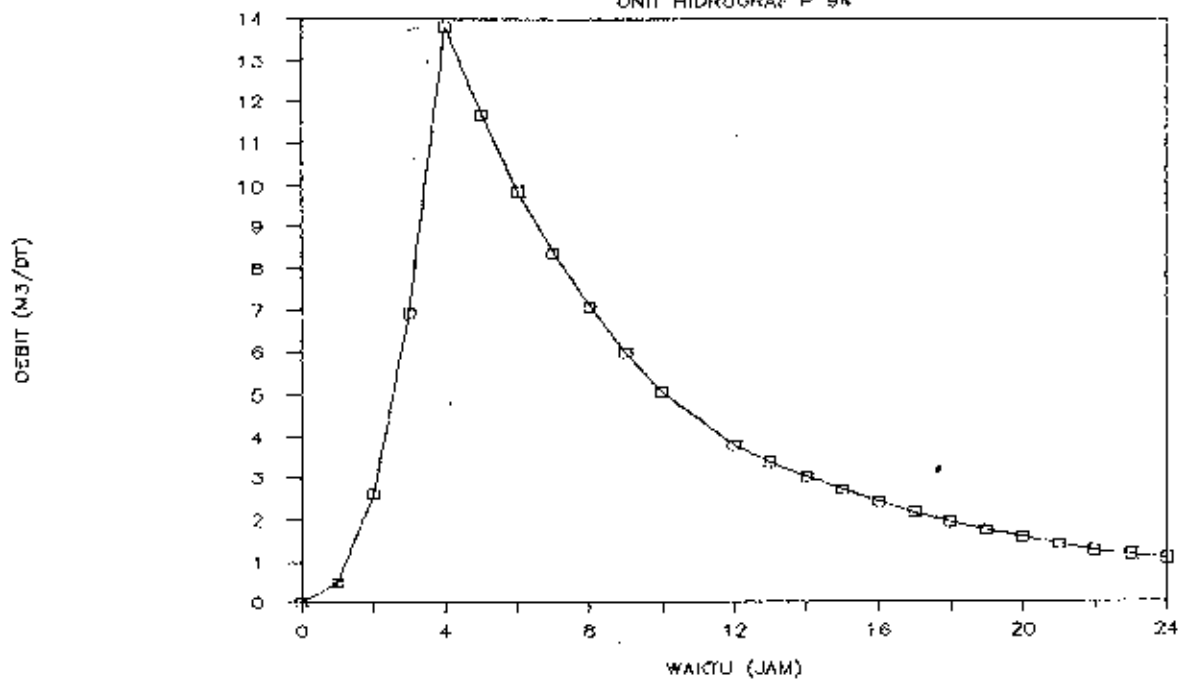
Gambar 3.15.

UNIT HIDROGRAF P 122

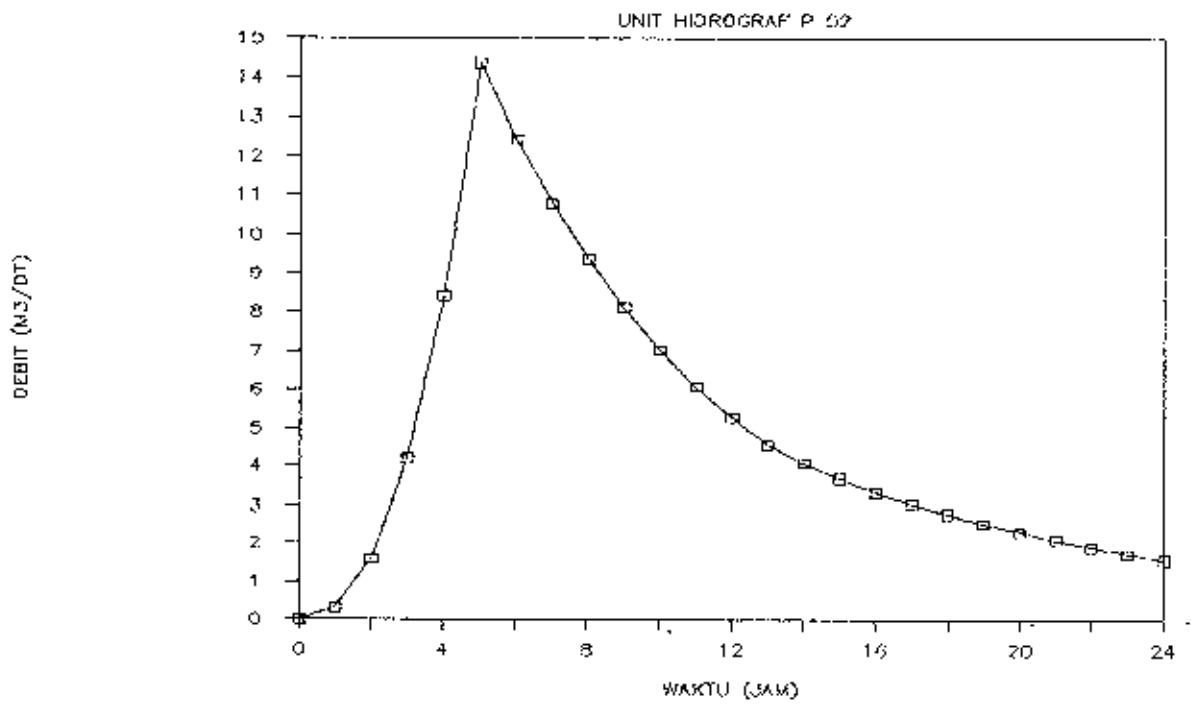


Gambar 3.16.

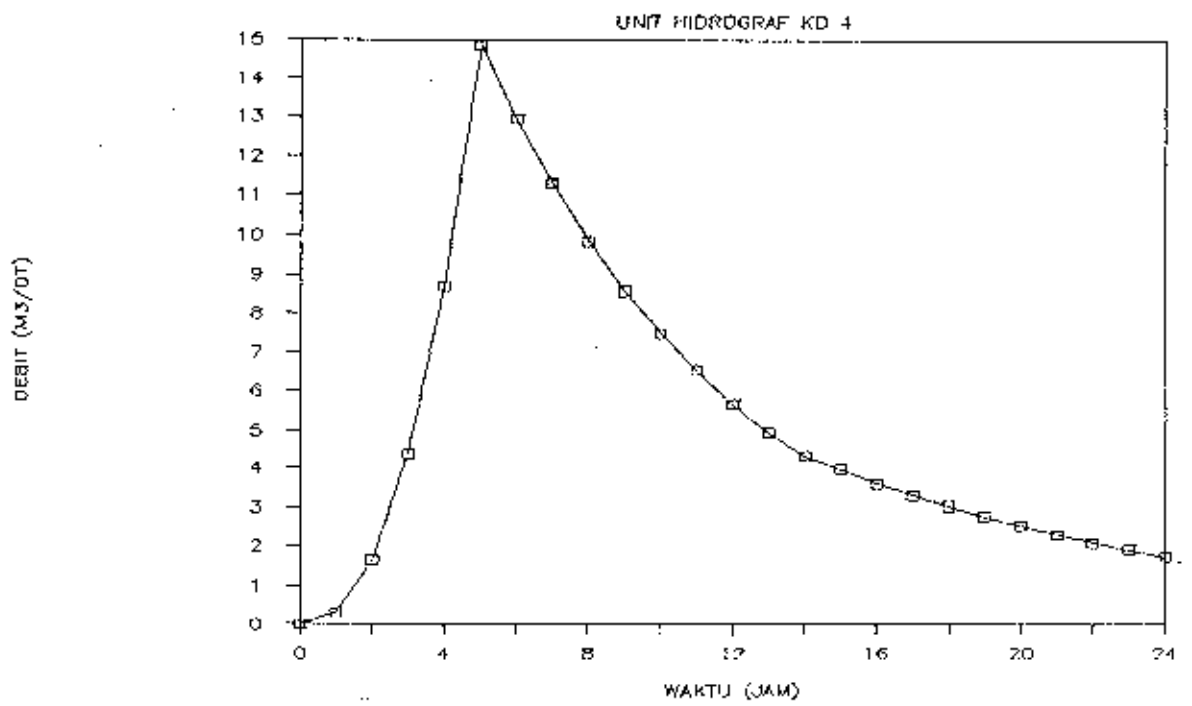
UNIT HIDROGRAF P 94



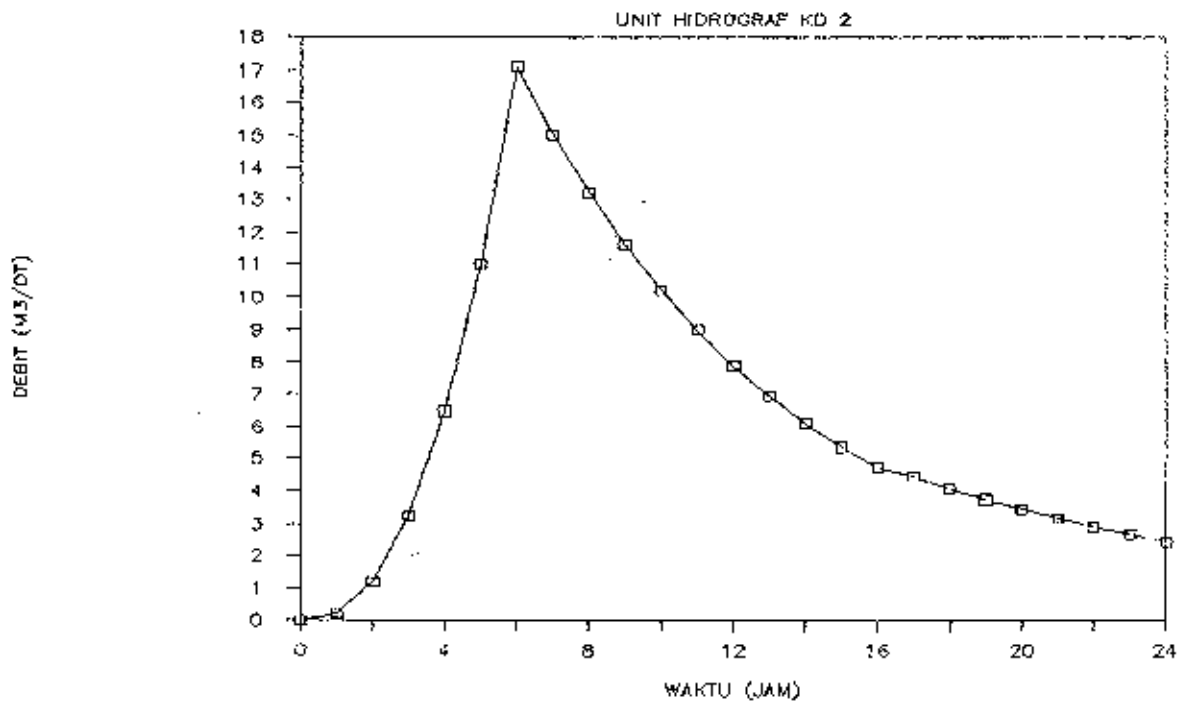
Gambar 3.17.



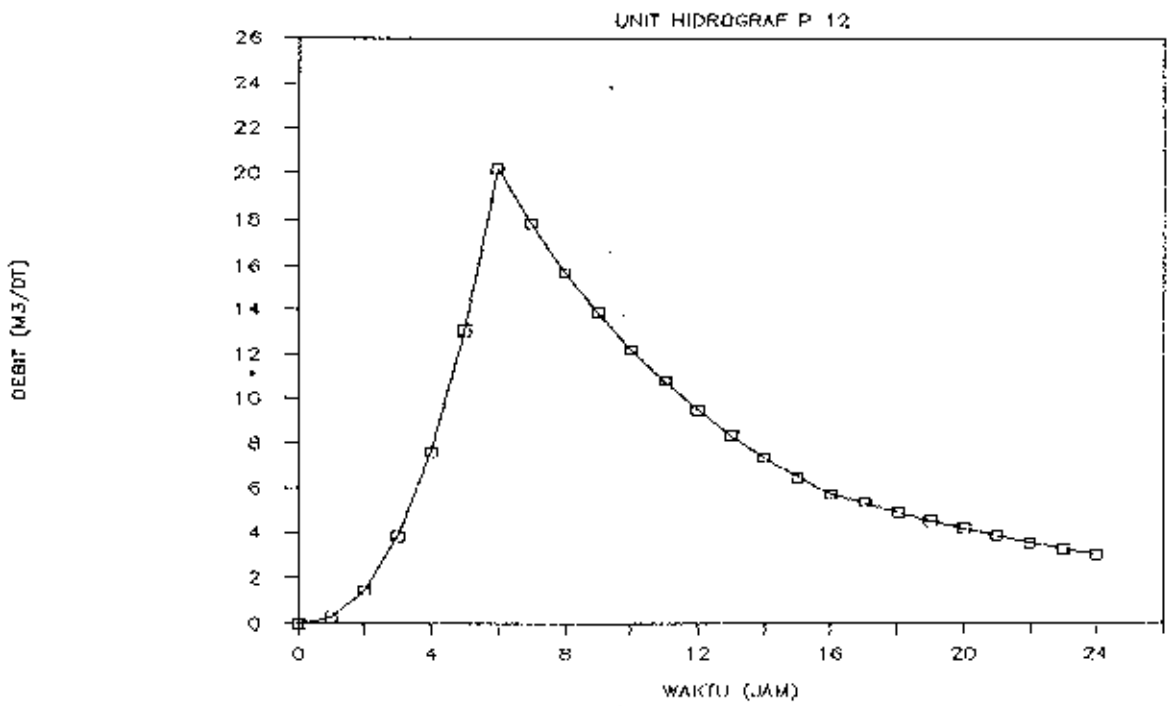
Gambar 3.18.



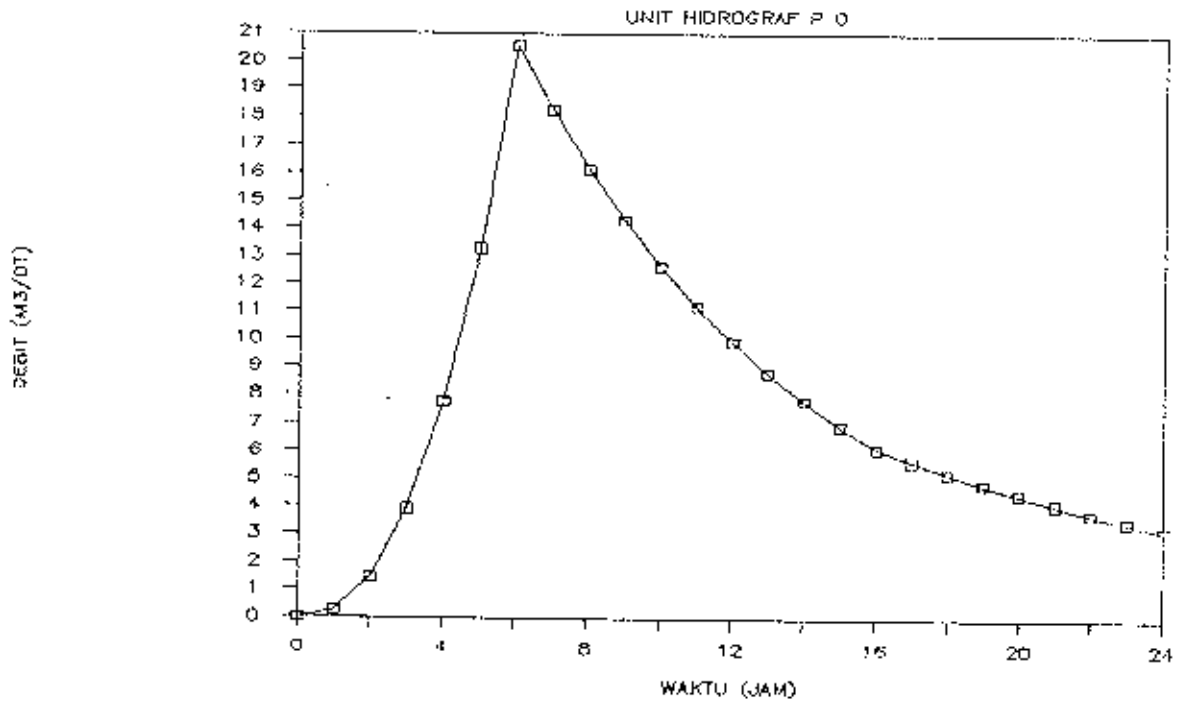
Gambar 3.19.



Gambar 3.20.



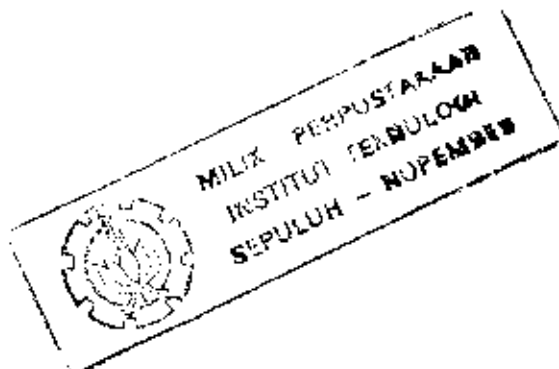
Gambar 3.21.



Tabel 3.46.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 10 TAHUN P 122

waktu	U, H R=mm/jam	R =36.45 0-1 (mm)	R =10.06 1-2 (mm)	R =6.29 2-3 (mm)	R =5.03 3-4 (mm)	R =5.03 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m /detk)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.493	17.970	4.960	3.101	2.480	2.480	17.970
2	2.603	94.879	26.186	16.373	13.093	13.093	99.839
3	6.889	251.104	69.303	43.332	34.652	34.652	280.391
4	13.740	500.823	138.224	86.425	69.112	69.112	588.979
5	11.380	414.801	114.483	71.580	57.241	57.241	611.930
6	9.426	343.578	94.825	59.290	47.413	47.413	592.230
7	7.807	284.565	78.538	49.106	39.269	39.269	554.736
8	6.467	235.722	65.058	40.677	32.529	32.529	499.904
9	5.356	195.226	53.881	33.689	26.941	26.941	414.044
10	4.436	161.692	44.626	27.902	22.313	22.313	342.933
11	3.818	139.166	38.409	24.015	19.205	19.205	289.280
12	3.367	122.727	33.872	21.178	16.936	16.936	248.508
13	2.970	108.257	29.878	18.681	14.939	14.939	215.398
14	2.619	95.463	26.347	16.474	13.174	13.174	188.037
15	2.310	84.200	23.239	14.530	11.619	11.619	165.368
16	2.037	74.249	20.492	12.813	10.246	10.246	145.836
17	1.797	65.501	18.078	11.303	9.039	9.039	128.636
18	1.585	57.773	15.945	9.970	7.973	7.973	113.457
19	1.398	50.957	14.064	8.793	7.032	7.032	100.071
20	1.233	44.943	12.404	7.756	6.202	6.202	88.261
21	1.101	40.131	11.076	7.611	5.538	5.538	82.313
22	1.002	36.523	10.080	6.925	5.040	5.040	75.064
23	0.912	33.242	9.175	6.303	4.587	4.587	68.444
24				5.736			62.536
							27.102
							16.315
							9.527
							4.587

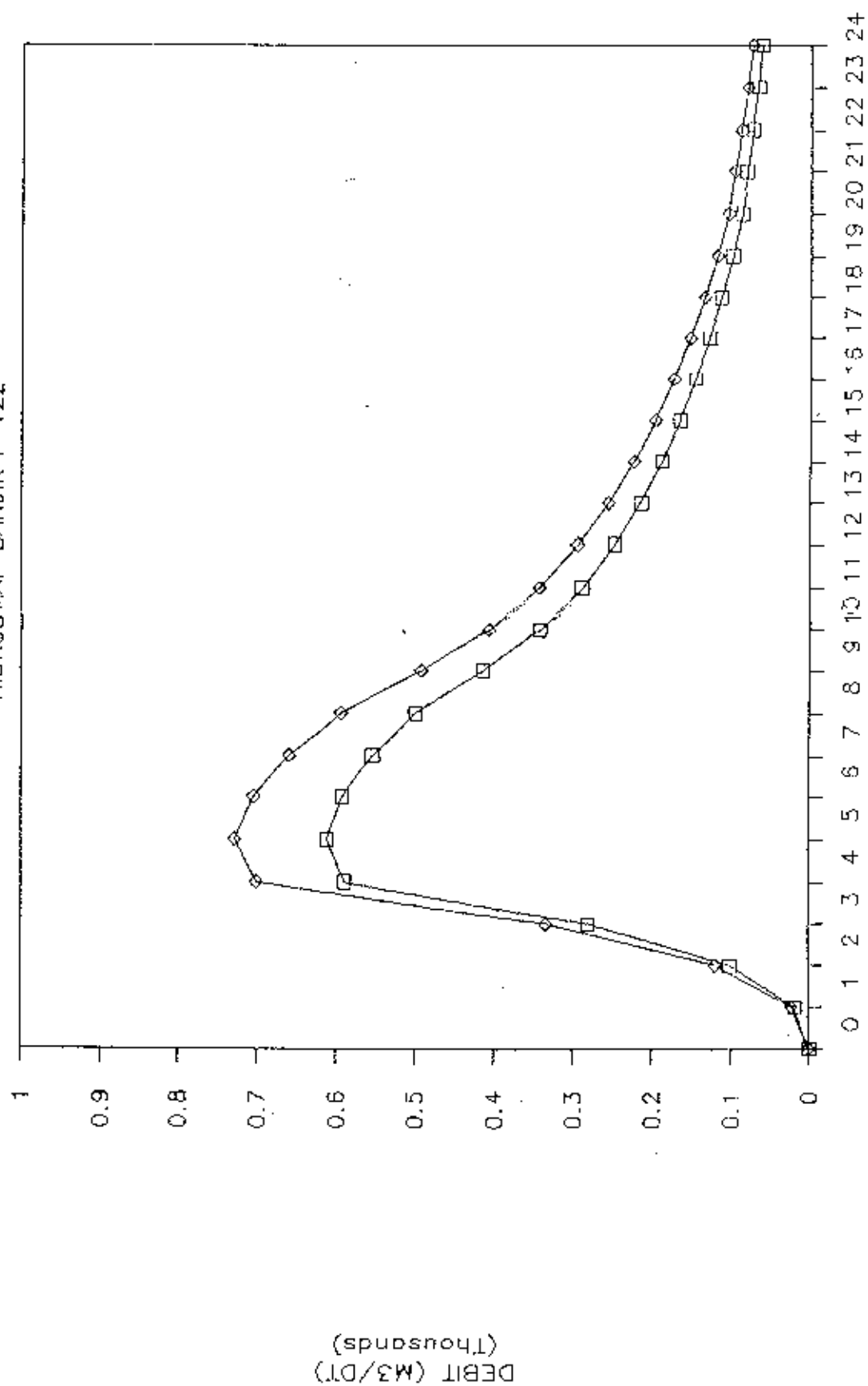


Tabel 3.47.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 25 TAHUN P 122

waktu	U, H R=1mm/1jam	0-1 (mm)	1-2 (mm)	2-3 (mm)	3-4 (mm)	4-5 (mm)	debit aliran perluasan 3 (m ³ /detk)
0	0.000	0.000					0.000
1	0.493	21.376	0.000				21.376
2	2.603	112.866	5.896	0.000			118.762
3	6.889	298.707	31.132	3.688	0.000		333.527
4	13.740	595.766	82.392	19.470	2.948	0.000	700.577
5	11.380	493.437	164.330	51.530	15.566	2.948	727.811
6	9.426	408.711	136.105	102.775	41.196	15.566	704.354
7	7.807	338.512	112.735	85.122	82.165	41.196	659.730
8	6.467	280.409	93.372	70.506	68.052	82.165	594.505
9	5.356	232.236	77.345	58.396	56.367	68.052	492.398
10	4.436	192.345	64.058	48.373	46.686	56.367	407.829
11	3.818	165.548	53.055	40.063	38.673	46.686	344.024
12	3.367	145.993	45.663	33.181	32.029	38.673	295.539
13	2.970	128.779	40.269	28.559	26.527	32.029	256.163
14	2.619	113.560	35.521	25.185	22.832	26.527	223.625
15	2.310	100.162	31.323	22.216	20.135	22.832	196.667
16	2.037	88.324	27.628	19.590	17.761	20.135	173.437
17	1.797	77.918	24.363	17.279	15.662	17.761	152.981
18	1.585	68.726	21.492	15.237	13.814	15.662	134.930
19	1.398	60.617	18.957	13.442	12.181	13.814	119.011
20	1.233	53.463	16.720	11.856	10.746	12.181	104.966
21	1.101	47.739	14.747	10.457	9.478	10.746	97.394
22	1.002	43.447	13.168	9.223	8.360	9.478	89.272
23	0.912	39.544	11.984	8.235	7.373	8.360	81.399
24			10.908	7.495	6.584	7.373	74.373
				6.822	5.992	6.584	68.222
					5.454	5.992	62.222
						5.454	56.222
							50.222
							44.222
							38.222
							32.222
							26.222
							20.222
							14.222
							8.222
							2.222

HIDROGRAF BANJIR P 122



Gambar 3.22.

Tabel 3.48.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 10 TAHUN P 94

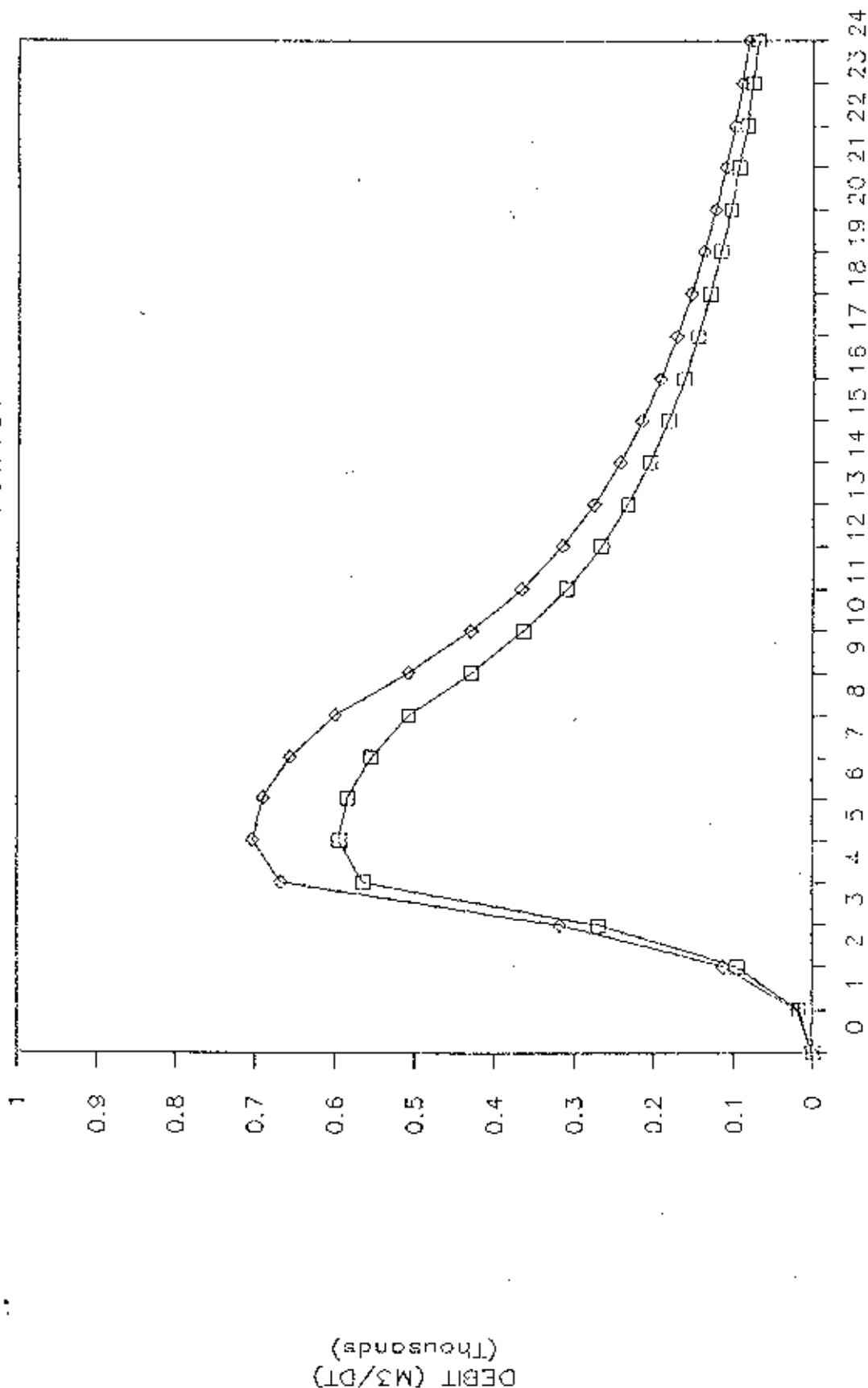
waktu	U . H R=1mm/1jam	R =34.76 0-1 (mm)	R =9.59 1-2 (mm)	R =5.99 2-3 (mm)	R =4.79 3-4 (mm)	R =4.79 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m /detk)
0	0.000	0.000					0.000
1	0.496	17.241	0.000				17.241
2	2.617	90.967	4.757	0.000			95.724
3	6.924	240.678	25.097	2.971	0.000		268.746
4	13.810	480.036	66.401	15.676	2.376	0.000	564.488
5	11.686	406.205	132.438	41.475	12.535	2.376	595.029
6	9.889	343.742	112.069	82.722	33.166	12.535	584.234
7	8.368	290.872	94.836	59.999	66.150	33.166	555.022
8	7.081	246.136	80.249	59.235	55.976	66.150	507.746
9	5.992	208.282	67.907	50.124	47.368	55.976	429.857
10	5.071	176.268	57.463	42.415	40.083	47.368	363.597
11	4.357	151.449	48.631	35.892	33.918	40.083	309.973
12	3.794	131.879	41.784	30.375	28.702	33.918	266.658
13	3.394	117.975	36.384	26.098	24.290	28.702	233.450
14	3.037	105.566	32.548	22.726	20.870	24.290	206.001
15	2.717	94.443	29.125	20.330	18.173	20.870	182.941
16	2.431	84.502	26.056	18.192	16.257	18.173	163.180
17	2.175	75.603	23.313	16.275	14.547	16.257	145.996
18	1.946	67.643	20.858	14.562	13.014	14.547	130.625
19	1.741	60.517	18.662	13.028	11.644	13.014	116.866
20	1.557	54.121	16.696	11.657	10.418	11.644	104.537
21	1.393	48.421	14.932	10.429	9.321	10.418	93.520
22	1.246	43.311	13.359	9.326	8.339	9.321	83.657
23	1.116	39.835	11.949	8.344	7.458	8.339	75.926
24	1.054	36.637	10.990	7.464	6.672	7.458	69.221
			10.108	6.865	5.968	6.672	29.613
				6.313	5.489	5.968	17.771
					5.049	5.489	10.538
						5.049	5.049

Tabel 3.49.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 25 TAHUN P 94

waktu	U . H R=1mm/1jam	R 0-1 (mm)	R =41.11 1-2 (mm)	R =11.34 2-3 (mm)	R =7.09 3-4 (mm)	R =5.67 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m ³ /detk)
0	0.000	0.000					0.000
1	0.496	20.391	0.000				20.391
2	2.617	107.585	5.625				113.210
3	6.924	284.646	29.677	0.000			317.839
4	13.810	567.729	78.518	3.517	0.000		667.614
5	11.686	480.411	156.605	18.555	2.812	0.000	703.759
6	9.889	406.537	132.519	49.091	14.838	2.812	691.066
7	8.368	344.008	112.141	97.913	39.259	14.838	656.565
8	7.081	291.100	94.893	82.854	78.303	39.259	600.668
9	5.992	246.331	80.299	70.113	56.260	78.303	508.289
10	5.071	208.469	67.949	59.329	56.071	56.260	430.140
11	4.357	179.116	57.505	50.204	47.447	56.071	366.701
12	3.794	155.971	49.408	42.483	40.149	47.447	315.457
13	3.394	139.527	43.024	35.953	33.975	40.149	276.170
14	3.037	124.851	38.488	30.891	28.763	33.975	243.695
15	2.717	111.696	34.440	26.899	24.704	28.763	216.415
16	2.431	99.938	30.811	24.063	21.512	24.704	193.037
17	2.175	89.414	27.568	21.532	19.244	21.512	172.709
18	1.946	80.000	24.665	19.264	17.220	19.244	154.526
19	1.741	71.573	22.068	17.236	15.405	17.220	138.250
20	1.557	64.008	19.743	15.421	13.784	15.405	123.664
21	1.393	57.266	17.656	13.797	12.332	13.784	110.632
22	1.246	51.223	15.797	12.344	11.034	12.332	98.964
23	1.146	47.112	14.130	11.039	9.871	11.034	89.818
24	1.054	43.330	12.996	9.876	8.828	9.871	81.896
			11.952	8.834	7.898	8.828	35.041
				8.125	7.065	7.898	21.036
				7.473	6.498	7.065	12.474
					5.976	6.498	5.976

HIDROGRAF BANJIR P94



D PERIODE ULANG 10 TH

PERIODE ULANG 25 TH

WAKTU (JAM)

Jember 3.23.

Tabel 3.50.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 10 TAHUN P 52

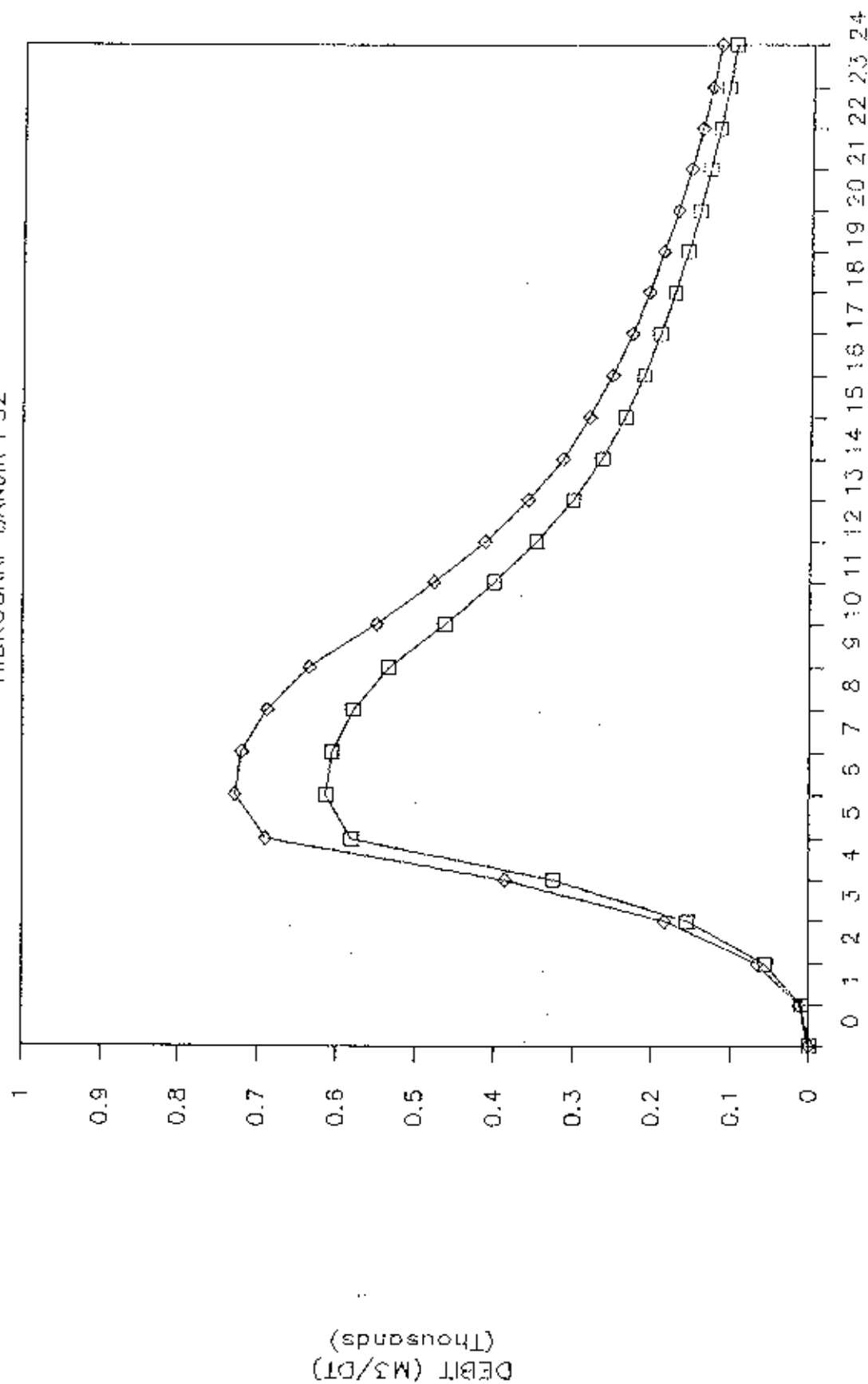
waktu	U . H R=1mm/1jam	R =32.90 0-1 (mm)	R =9.08 1-2 (mm)	R =5.67 2-3 (mm)	R =4.54 3-4 (mm)	R =4.54 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m ³ /detk)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.302	9.936	2.742	1.712	1.371	0.000	9.936
2	1.594	52.443	14.474	9.038	7.237	1.371	55.185
3	4.217	138.739	38.290	23.910	19.145	7.237	154.925
4	8.411	276.722	76.372	47.690	38.186	19.145	325.421
5	14.370	472.773	130.480	81.478	65.240	38.186	581.663
6	12.455	409.770	113.091	70.620	56.546	65.240	614.321
7	10.796	355.188	98.028	61.213	49.014	56.546	607.089
8	9.357	307.845	84.962	53.054	42.481	49.014	579.919
9	8.111	266.852	73.648	45.989	36.824	42.481	534.812
10	7.030	231.287	63.832	39.860	31.916	36.824	463.549
11	6.093	200.460	55.324	34.547	27.662	31.916	401.776
12	5.282	173.778	47.961	29.949	23.980	27.662	348.267
13	4.578	150.616	41.568	25.957	20.784	23.980	301.864
14	4.079	134.199	37.037	23.128	18.519	20.784	265.295
15	3.708	121.993	33.669	21.024	16.834	18.519	236.630
16	3.371	110.906	30.609	19.114	15.304	16.834	212.467
17	3.065	100.839	27.830	17.379	13.915	15.304	191.774
18	2.786	91.659	25.297	15.797	12.648	13.915	173.956
19	2.533	83.336	23.000	14.362	11.500	12.648	158.150
20	2.302	75.736	20.902	13.052	10.451	11.500	143.752
21	2.093	68.860	19.004	11.867	9.502	10.451	130.688
22	1.903	62.609	17.279	10.790	8.640	9.502	118.814
23	1.730	56.917	15.708	9.809	7.854	8.640	108.014
24	1.572	51.719	14.274	8.913	7.137	7.854	98.171
							42.225
							25.407
							14.991
							7.137

Tabel 3.51.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 25 TAHUN P 52

waktu	U . H R=1mm/1jam	R 0-1 (mm)	R 1-2 (mm)	R 2-3 (mm)	R 3-4 (mm)	R 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m /detk)
0	0.000	0.000					0.000
1	0.302	11.799	0.000				11.799
2	1.594	62.278	3.256	0.000			65.533
3	4.217	164.758	17.183	2.035			183.977
4	8.411	328.618	45.459	10.744	0.000		386.448
5	14.370	561.436	90.671	28.423	8.592	0.000	690.749
6	12.455	486.617	154.909	56.690	22.730	1.628	729.537
7	10.796	421.800	134.265	96.854	45.335	8.592	720.983
8	9.357	365.578	116.381	83.947	77.454	22.730	688.695
9	8.111	316.897	100.868	72.765	67.132	45.335	635.117
10	7.030	274.662	87.437	63.066	58.190	77.454	550.488
11	6.093	238.054	75.783	54.668	50.434	67.132	477.130
12	5.282	206.368	65.683	47.382	43.718	58.190	413.585
13	4.578	178.862	56.940	41.067	37.892	50.434	358.479
14	4.079	159.367	49.351	35.601	32.841	43.718	315.051
15	3.708	144.872	43.972	30.856	28.470	37.892	281.010
16	3.371	131.705	39.972	27.492	24.675	32.841	252.315
17	3.065	119.750	36.339	24.992	21.986	28.470	227.742
18	2.786	108.849	33.041	22.721	19.986	24.675	206.582
19	2.533	98.964	30.033	20.658	18.170	21.986	187.811
20	2.302	89.939	27.306	18.778	16.520	19.986	170.713
21	2.093	81.774	24.816	17.072	15.017	18.170	155.198
22	1.903	74.350	22.563	15.515	13.653	16.520	141.098
23	1.730	67.591	20.514	14.107	12.408	15.017	128.273
24	1.572	61.418	18.649	12.826	11.281	13.653	116.583
			16.946	11.660	10.257	12.408	50.145
				10.595	9.325	11.281	30.177
					8.473	10.257	17.798
						9.325	8.473

HIDROGRAF BANJIR P52



Gambar 3.24.

Tabel 3.52.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 10 TAHUN KD 4

waktu	U . H R=1mm/1jam	R =32.31 0-1 (mm)	R =8.91 1-2 (mm)	R =5.57 2-3 (mm)	R =4.46 3-4 (mm)	R =4.46 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m ³ /detk)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.312	10.081	2.780	1.738	1.392	1.392	10.081
2	1.648	53.247	14.684	9.179	7.350	7.350	56.027
3	4.361	140.904	38.857	24.291	19.450	19.450	157.325
4	8.698	281.032	77.499	48.448	38.793	38.793	330.460
5	14.860	480.127	132.403	82.770	66.276	66.276	590.658
6	12.954	418.544	115.420	72.154	57.775	57.775	626.194
7	11.292	364.845	100.612	62.896	50.362	50.362	621.278
8	9.844	318.060	87.710	54.831	43.904	43.904	595.894
9	8.581	277.252	76.457	47.796	38.271	38.271	551.909
10	7.480	241.679	66.647	41.664	33.361	33.361	481.104
11	6.521	210.694	58.102	36.322	29.084	29.084	419.403
12	5.684	183.650	50.644	31.660	25.351	25.351	365.591
13	4.955	160.096	44.149	27.599	22.099	22.099	318.695
14	4.319	139.547	38.482	24.057	19.263	19.263	277.800
15	3.983	128.691	35.489	22.185	17.764	17.764	249.207
16	3.635	117.447	32.388	20.247	16.212	16.212	224.442
17	3.317	107.172	29.554	18.476	14.794	14.794	203.107
18	3.027	97.802	26.971	16.860	13.500	13.500	184.631
19	2.762	89.240	24.609	15.384	12.319	12.319	168.663
20	2.521	81.454	22.462	14.042	11.244	11.244	153.929
21	2.300	74.313	20.493	12.811	10.258	10.258	140.454
22	2.099	67.819	18.702	11.691	9.362	9.362	128.173
23	1.915	61.874	17.063	10.667	8.541	8.541	116.949
24	1.748	56.478	15.575	9.736	7.796	7.796	106.734

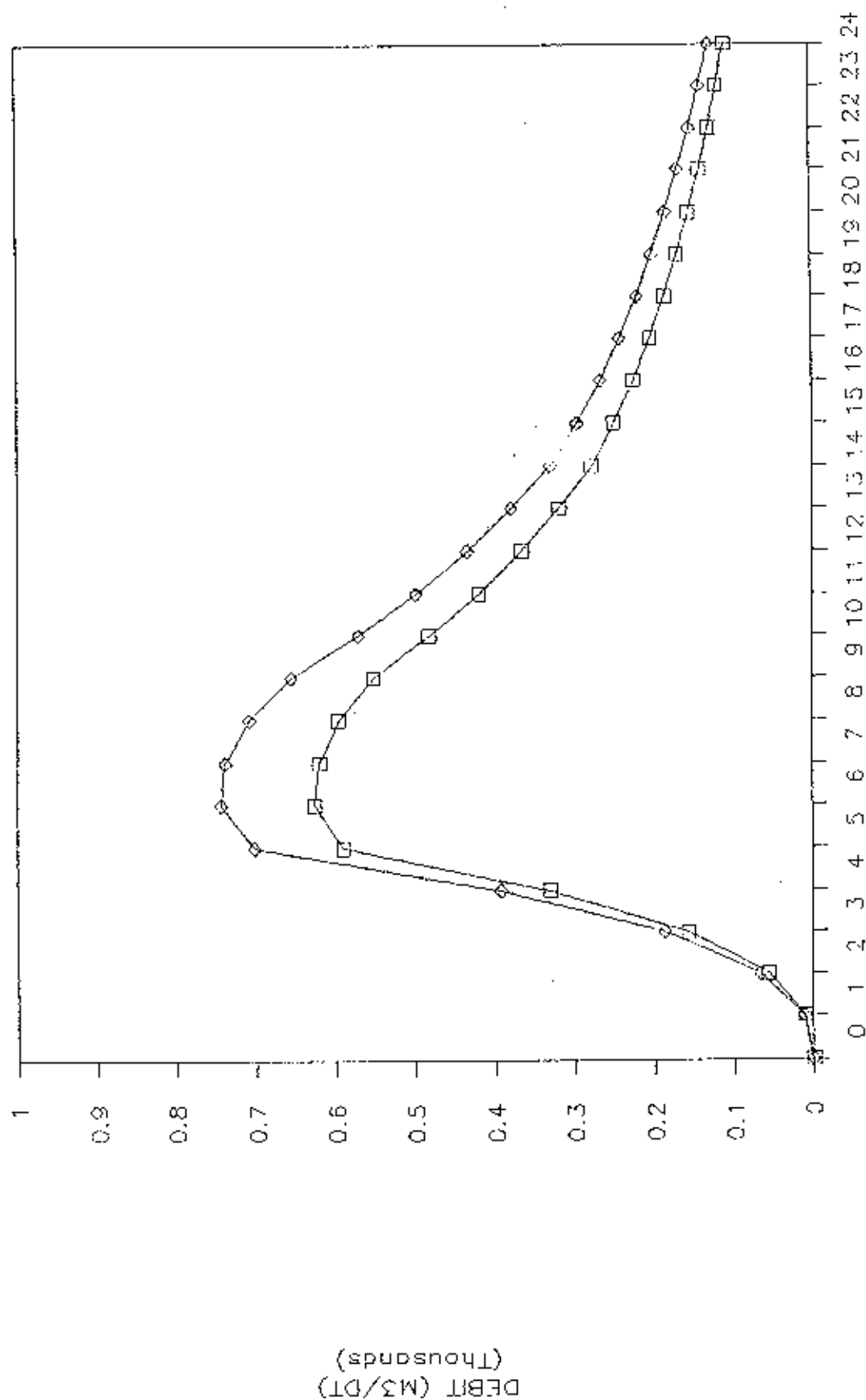


Tabel 3.53.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 25 TAHUN KD 4

waktu	U . H R=1mm/jam	R =38.40 0-1 (mm)	R =10.59 1-2 (mm)	R =6.62 2-3 (mm)	R =5.30 3-4 (mm)	R =5.30 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m /detk)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.312	11.981	3.304	2.065	1.654	0.000	11.981
2	1.648	63.283	17.452	10.910	8.734	0.000	66.587
3	4.361	167.462	46.183	28.870	23.113	0.000	186.980
4	8.698	334.003	92.112	57.581	46.099	1.654	392.750
5	14.860	570.624	157.367	98.373	78.758	8.734	701.994
6	12.954	497.434	137.183	85.755	68.656	23.113	744.229
7	11.292	433.613	119.582	74.753	59.848	23.113	738.382
8	9.844	378.010	104.248	65.167	52.173	46.099	708.205
9	8.581	329.510	90.873	56.806	45.479	78.758	655.926
10	7.480	287.232	79.213	49.518	39.644	68.656	571.776
11	6.521	250.406	69.057	43.169	34.561	59.848	498.447
12	5.684	218.266	60.194	37.628	30.125	52.173	434.493
13	4.955	190.272	52.473	32.802	26.262	45.479	378.758
14	4.319	165.850	45.738	28.592	22.891	39.644	330.156
15	3.983	152.947	42.180	26.367	21.110	34.561	296.174
16	3.635	139.584	38.495	24.064	19.266	30.125	266.742
17	3.317	127.373	35.127	21.959	17.580	26.262	241.387
18	3.027	116.237	32.056	20.039	16.043	22.891	219.428
19	2.762	106.061	29.250	18.284	14.639	21.110	200.451
20	2.521	96.806	26.697	16.689	13.361	19.266	182.940
21	2.300	88.320	24.357	15.226	12.190	17.580	166.925
22	2.099	80.602	22.228	13.895	11.125	16.043	152.329
23	1.915	73.536	20.280	12.677	10.150	14.639	138.990
24	1.748	67.123	18.511	11.572	9.264	13.361	126.850
						12.190	54.503
						11.125	32.846
						10.150	19.414
						9.264	9.264

HIDROGRAF BANJIR KD 4



WAKTU (JAM)

PERIODE ULANG 25 TH

PERIODE ULANG 10 TH

Gambar 3.35.

Tabel 3.54.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 10 TAHUN KD 2

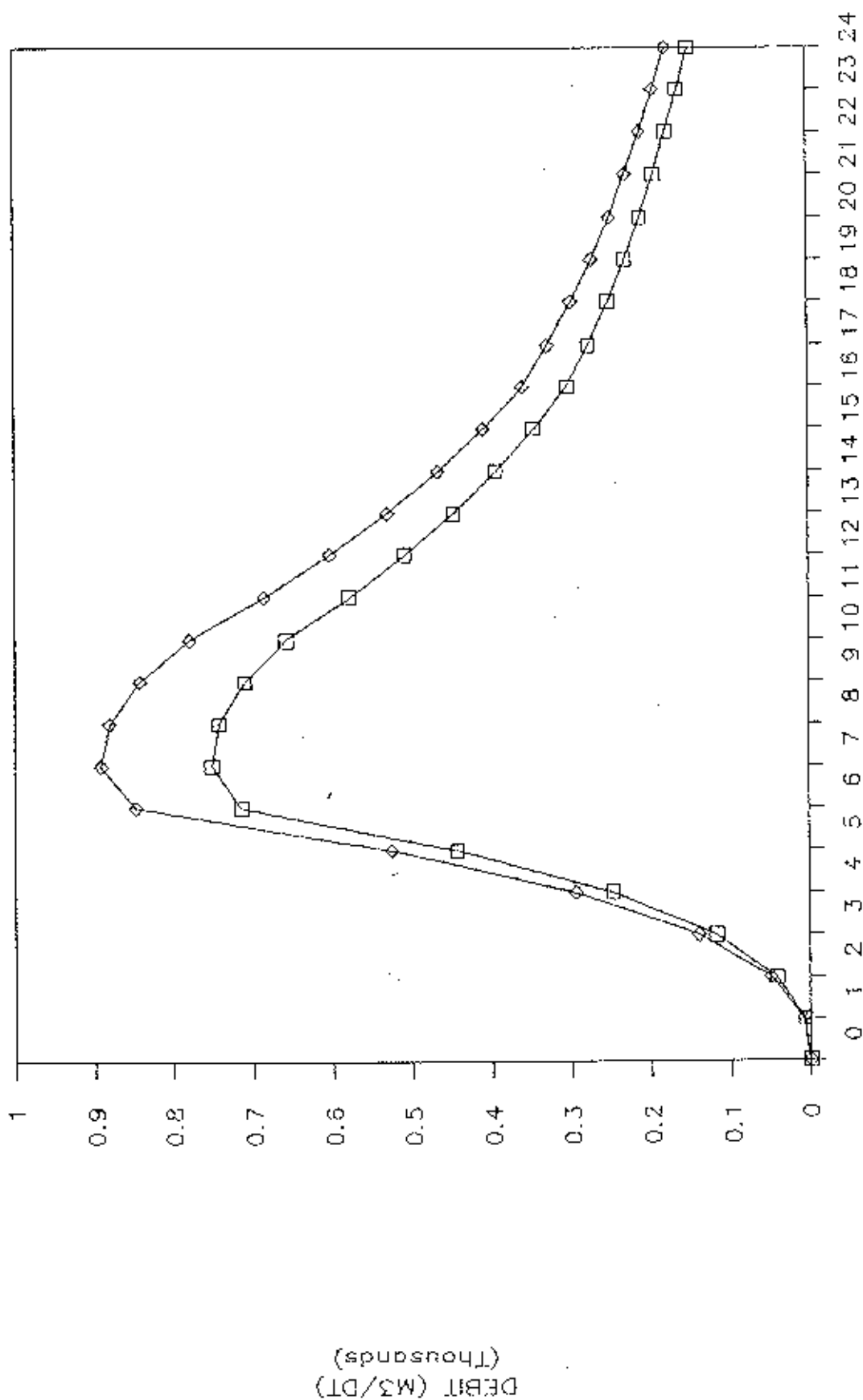
waktu	U . H R=1mm/1jam	R =32.62 0-1 (mm)	R =9.00 1-2 (mm)	R =6.62 2-3 (mm)	R =4.50 3-4 (mm)	R =4.50 4-5 (mm)	debit aliran permukaan $\frac{3}{3}$ (m /detk)
0	0.000	0.000					0.000
1	0.232	7.568	0.000				7.568
2	1.226	39.992	2.088	0.000			42.080
3	3.246	105.885	11.034	1.304	0.000		118.222
4	6.473	211.149	29.214	6.890	1.044		248.297
5	11.059	360.745	58.257	18.243	5.517	0.000	443.805
6	17.130	558.781	99.531	36.378	14.607	5.517	714.814
7	15.060	491.257	154.170	62.152	29.129	14.607	751.314
8	13.241	431.921	135.540	96.271	49.766	29.129	742.626
9	11.641	379.729	119.169	84.637	77.085	49.766	710.386
10	10.234	333.833	104.769	74.414	67.770	77.085	657.872
11	8.998	293.515	92.106	65.422	59.585	67.770	578.398
12	7.911	258.057	80.982	57.515	52.385	59.585	508.523
13	6.955	226.872	71.199	50.569	46.053	52.385	447.077
14	6.115	199.471	62.595	44.460	40.491	46.053	393.070
15	5.376	175.365	55.035	39.087	35.600	40.491	345.578
16	4.726	154.162	48.384	34.366	31.298	35.600	303.809
17	4.450	145.485	42.534	30.213	27.518	31.298	277.047
18	4.093	133.514	40.140	26.560	24.192	27.518	251.923
19	3.757	122.553	36.837	23.665	21.267	24.192	229.915
20	3.448	112.474	33.813	20.303	20.070	21.267	210.626
21	3.164	103.210	31.032	17.114	18.419	20.070	193.845
22	2.904	94.728	28.476	14.378	16.907	18.419	177.907
23	2.665	86.932	26.136	17.782	15.516	16.907	163.272
24	2.446	79.789	23.985	16.320	14.238	15.516	149.848
			22.014	14.977	13.068	14.238	64.297
				13.747	11.993	13.068	38.807
					11.007	11.993	23.000
						11.007	11.007

Tabel 3.55.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 25 TAHUN KD 2

waktu	U . H R=1mm/1jam	R =38.67 0-1 (mm)	R =10.67 1-2 (mm)	R =6.67 2-3 (mm)	R =5.33 3-4 (mm)	R =5.33 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m ³ /detk)
0	0.000	0.000					0.000
1	0.232	8.971	0.000				8.971
2	1.226	47.409	2.475	0.000			49.885
3	3.246	125.523	13.081	1.547	0.000		140.152
4	6.473	250.311	34.636	8.177	1.237	0.000	294.360
5	11.059	427.652	69.067	21.651	6.535	1.237	526.140
6	17.130	662.417	118.000	43.175	17.301	6.535	847.427
7	15.060	582.370	182.777	73.764	34.501	17.301	890.713
8	13.241	512.029	160.690	114.257	58.944	34.501	880.422
9	11.641	450.157	141.281	100.450	91.303	58.944	842.137
10	10.234	395.749	124.209	88.317	80.270	91.303	779.848
11	8.998	347.953	109.197	77.645	70.575	80.270	685.639
12	7.911	305.918	96.009	68.261	62.047	70.575	602.809
13	6.956	268.950	84.410	60.017	54.547	62.047	529.971
14	6.115	236.467	74.210	52.766	47.959	54.547	465.950
15	5.376	207.890	65.247	46.390	42.166	47.959	409.652
16	4.726	182.754	57.362	40.787	37.070	42.166	360.139
17	4.460	172.468	50.426	35.858	32.593	37.070	328.416
18	4.093	158.276	47.588	31.522	28.654	32.593	298.634
19	3.757	145.283	43.672	29.748	25.190	28.654	272.547
20	3.448	133.334	40.087	27.300	23.772	25.190	249.683
21	3.164	122.352	36.790	25.059	21.816	23.772	229.789
22	2.904	112.298	33.760	22.998	20.025	21.816	210.896
23	2.665	103.056	30.986	21.104	18.378	20.025	193.548
24	2.446	94.587	28.436	19.370	16.864	18.378	177.634
			26.099	17.776	15.478	16.864	162.217
				16.315	14.204	15.478	145.998
					13.037	14.204	127.242
						13.037	113.037

HIDROGRAF SANJIR KD 2



WAKTU (JAM)

PERIODE ULANG 25 TH

Gambar 3.28.

Tabel 3.56.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 10 TAHUN P 112

waktu	U . H R=1mm/1jam	R =32.04 0-1 (mm)	R =8.84 1-2 (mm)	R =5.53 2-3 (mm)	R =4.42 3-4 (mm)	R =4.42 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m /detk)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.274	8.779	0.000	1.515	1.211	0.000	8.779
2	1.447	46.362	2.422	8.002	6.396	0.000	48.784
3	3.829	122.681	12.791	21.174	16.924	1.211	136.988
4	7.637	244.689	33.848	42.233	33.756	6.396	287.751
5	13.048	418.058	67.511	72.155	57.672	16.924	514.350
6	20.210	647.528	115.344	111.761	89.328	33.756	828.425
7	17.823	571.049	178.656	98.561	78.778	57.672	872.540
8	15.718	503.605	157.555	86.921	69.474	89.328	864.349
9	13.862	444.138	138.947	76.657	61.270	78.778	828.647
10	12.225	391.689	122.540	67.604	54.035	69.474	769.255
11	10.781	345.423	108.069	59.619	47.652	61.270	678.400
12	9.508	304.636	95.304	52.579	42.025	61.270	598.288
13	8.385	268.655	84.051	46.369	37.062	61.270	527.630
14	7.395	236.936	74.123	40.894	32.686	54.035	465.325
15	6.521	208.933	65.372	36.061	28.823	47.652	410.351
16	5.751	184.262	57.646	31.803	25.419	42.025	361.889
17	5.383	172.471	50.839	29.768	23.793	37.062	329.119
18	4.950	158.598	47.586	27.374	21.879	32.686	299.495
19	4.552	145.846	43.758	25.173	20.120	28.823	273.614
20	4.187	134.151	40.240	23.154	18.507	25.419	250.977
21	3.850	123.354	37.013	21.291	17.017	23.793	231.212
22	3.541	113.454	34.034	19.582	15.651	21.879	212.641
23	3.256	104.322	31.302	18.006	14.392	20.120	195.542
24	2.994	95.928	28.783	16.557	13.233	18.507	179.816
			26.467			17.017	77.141
						15.651	46.600
						14.392	27.625
						13.233	13.233

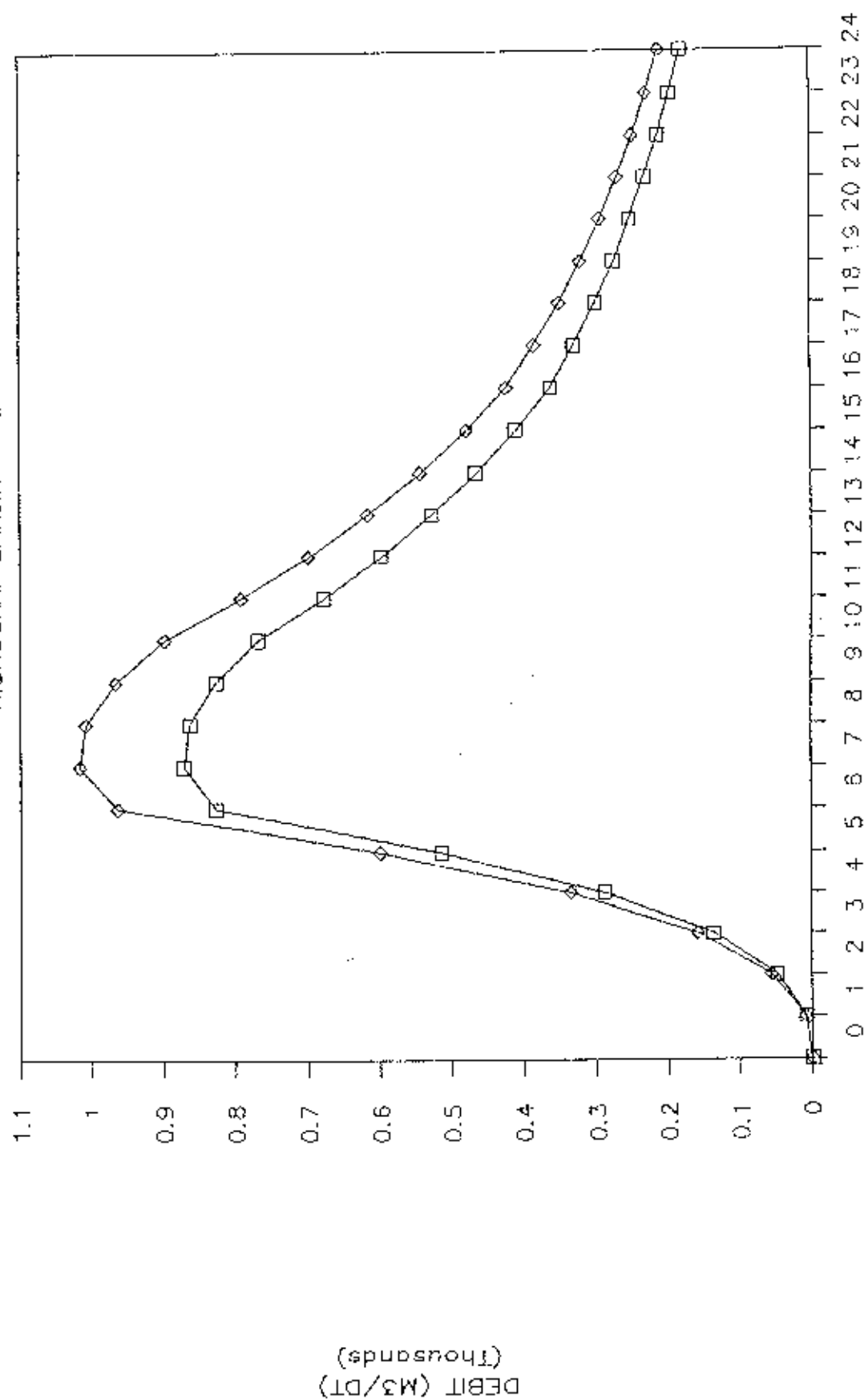
Tabel 3.57.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 25 TAHUN P 112

waktu	U . H R=1mm/1jam	R =37.67 0-1 (mm)	R =10.39 1-2 (mm)	R =6.50 2-3 (mm)	R =5.20 3-4 (mm)	R =5.20 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m ³ /detk)
0	0.000	0.000					0.000
1	0.274	10.204	0.000				10.204
2	1.447	53.886	2.847	0.000			56.733
3	3.829	142.592	15.034	1.781	0.000		159.407
4	7.637	284.402	39.783	9.406	1.425		335.015
5	13.048	485.908	79.348	24.889	7.524	0.000	599.094
6	20.210	752.620	135.569	49.641	19.911	7.524	965.265
7	17.823	663.729	209.982	84.812	39.712	19.911	1018.146
8	15.718	585.338	185.181	131.365	67.850	39.712	1009.446
9	13.862	516.221	163.310	115.850	105.092	67.850	968.322
10	12.225	455.259	144.026	102.167	92.680	105.092	899.224
11	10.781	401.484	127.018	90.103	81.734	92.680	793.018
12	9.508	354.078	112.015	79.463	72.082	81.734	699.371
13	8.385	312.257	98.788	70.077	63.570	72.082	616.774
14	7.396	275.390	87.120	61.802	56.061	63.570	543.943
15	6.521	242.842	76.834	54.503	49.442	56.061	479.681
16	5.751	214.167	67.753	48.068	43.602	49.442	423.032
17	5.083	200.463	59.753	42.387	38.454	43.602	384.658
18	4.450	184.338	55.929	37.382	33.909	38.454	350.012
19	4.552	169.516	51.431	34.990	29.905	33.909	319.751
20	4.187	155.924	47.295	32.175	27.992	29.905	293.291
21	3.850	143.374	43.503	29.588	25.740	27.992	270.197
22	3.541	131.867	40.002	27.216	23.670	25.740	248.494
23	3.256	121.253	36.791	25.025	21.772	23.670	228.512
24	2.994	111.497	33.830	23.017	20.020	21.772	210.135
			31.108	21.164	18.413	20.020	90.705
				19.461	16.931	18.413	54.805
					15.569	16.931	32.500
						15.569	15.569



HIDROGRAF BANJIR P 12



Gambar 3.27.

Tabel 3.58.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 10 TAHUN P 0

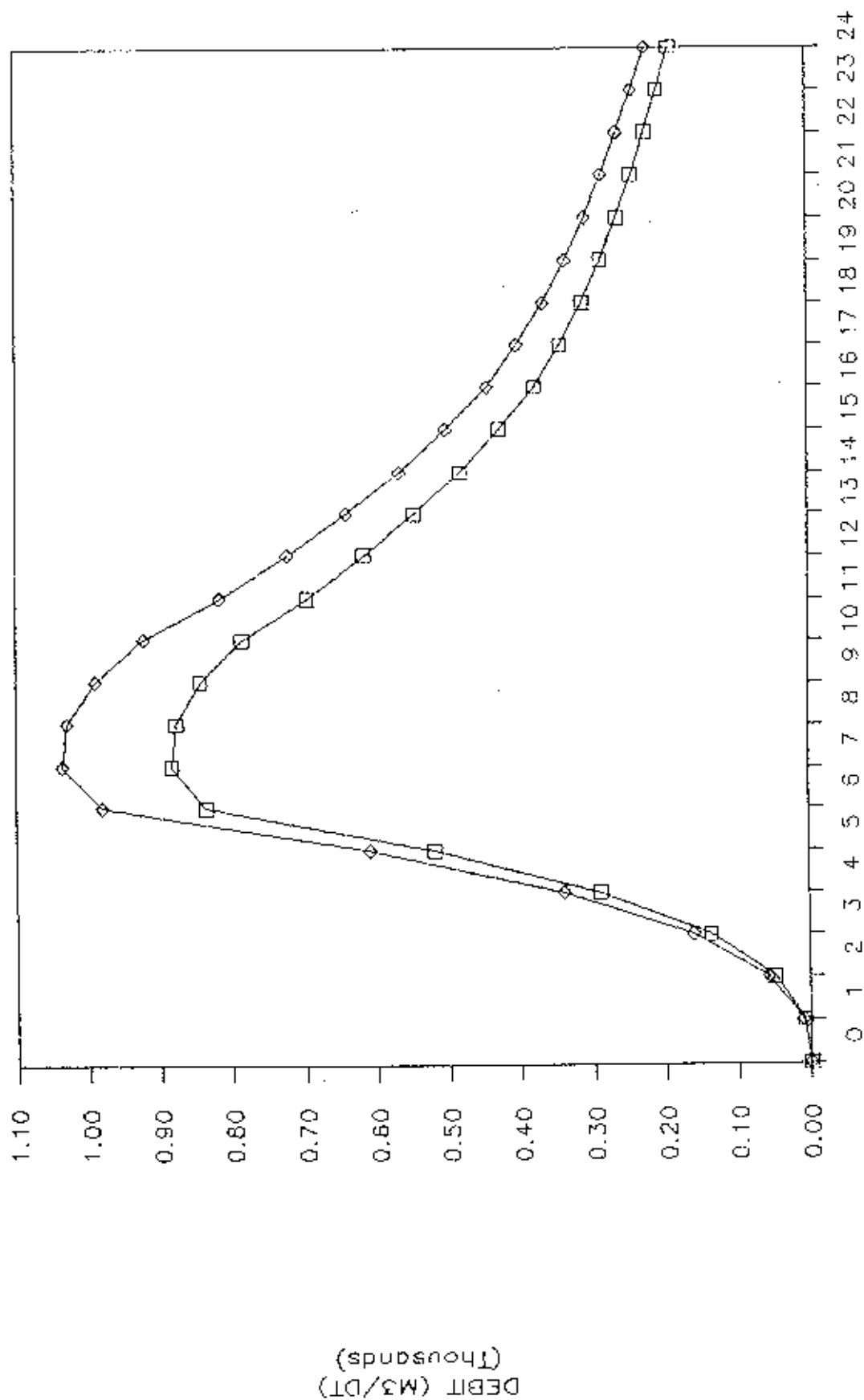
waktu	U . H R=1mm/1jam	R =31.74 0-1 (mm)	R =8.76 1-2 (mm)	R =5.47 2-3 (mm)	R =4.38 3-4 (mm)	R =4.38 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m ³ /detk)
0	0.000	0.000	0.000				0.000
1	0.279	8.855	2.444				8.855
2	1.474	46.785	12.912	0.000			49.229
3	3.899	123.754	34.155	1.526			138.193
4	7.777	246.842	68.127	8.063	0.000		290.282
5	13.286	421.698	116.385	21.328	1.222	0.000	518.830
6	20.580	653.209	180.281	42.540	6.456	1.222	835.668
7	18.230	578.620	159.695	72.674	17.078	6.456	882.716
8	16.149	512.569	141.465	99.718	34.063	17.078	877.093
9	14.305	454.041	125.312	88.335	90.140	34.063	843.557
10	12.671	402.178	110.998	78.248	79.847	58.193	785.812
11	11.224	356.250	98.322	69.310	70.733	90.140	696.076
12	9.943	315.591	87.101	61.395	62.656	70.733	616.612
13	8.807	279.534	77.149	54.388	55.499	62.656	546.185
14	7.802	247.635	68.346	48.174	49.161	55.499	483.833
15	6.911	219.355	60.540	42.677	43.550	49.161	428.586
16	6.122	194.312	53.629	37.803	38.575	43.550	379.655
17	5.662	179.712	49.599	33.487	34.173	38.575	343.891
18	5.223	165.778	45.753	30.971	30.270	34.173	313.307
19	4.817	152.892	42.197	28.570	26.814	30.270	286.701
20	4.443	141.021	38.921	26.349	22.877	26.814	263.401
21	4.098	130.071	35.898	24.303	21.098	24.800	243.016
22	3.780	119.977	33.113	22.416	19.460	22.877	224.154
23	3.486	110.646	30.537	20.677	17.949	21.098	206.733
24	3.216	102.076	28.172	19.068	16.556	19.460	190.699
				17.592	15.269	17.949	81.746
					14.086	16.556	49.417
						15.269	29.355
						14.086	14.086

Tabel 3.58.

PERHITUNGAN HIDROGRAF BANJIR PERIODE ULANG 25 TAHUN P 0

waktu	U . H R=1mm/1jam	R =37.24 0-1 (mm)	R =10.27 1-2 (mm)	R =6.42 2-3 (mm)	R =5.14 3-4 (mm)	R =5.14 4-5 (mm)	debit aliran permukaan 3 (m /detk)
0	0.000	0.000					0.000
1	0.279	10.390	0.000				10.390
2	1.474	54.892	2.865				57.757
3	3.899	145.199	15.138	0.000			162.128
4	7.777	289.615	40.043	1.791	0.000		340.555
5	13.286	494.771	79.870	9.463	1.434		608.682
6	20.580	766.399	136.447	25.032	7.576		980.392
7	18.230	678.885	211.357	49.928	20.041	0.000	1035.553
8	16.149	601.389	187.222	85.296	39.974	1.434	1028.998
9	14.305	532.718	165.850	132.124	68.290	7.576	989.676
10	12.671	471.868	146.912	117.037	105.781	20.041	921.940
11	11.224	417.982	130.131	103.677	93.702	39.974	816.659
12	9.943	370.277	115.270	91.838	83.006	68.290	723.429
13	8.807	327.973	102.115	81.348	73.528	105.781	640.802
14	7.802	290.546	90.448	72.058	65.129	83.006	567.649
15	6.911	257.366	80.127	63.834	57.691	73.528	502.832
16	6.122	227.983	70.976	56.541	51.107	65.129	445.423
17	5.662	210.853	62.873	50.089	45.268	57.691	403.465
18	5.223	194.505	58.149	44.369	40.102	51.107	367.581
19	4.817	179.385	53.640	39.303	35.523	45.268	336.365
20	4.443	165.457	49.471	36.350	31.467	40.102	309.029
21	4.098	152.610	45.630	33.532	29.103	35.523	285.113
22	3.780	140.767	42.086	30.635	26.846	31.467	262.983
23	3.486	129.819	38.821	28.114	24.759	29.103	242.545
24	3.216	119.764	35.801	26.309	22.837	26.846	223.733
			33.028	24.268	21.064	24.759	95.901
				22.380	19.429	22.837	57.994
				20.647	17.918	21.064	34.448
					16.530	19.429	16.530

HIDROGRAF SANJIR P O



WAKTU (JAM)

◇ PERIODE ULANG 25 TH

□ PERIODE ULANG 10 TH

Gambar 3.28.

LAMPIRAN 3.1. Reduced variate Gumbell.

REDUCED VARIATE (Y_t)

periode ulang, tahunan (t)	Y_t
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6000
200	5,2058
500	6,2136
1000	6,9073
5000	8,5167
10000	9,2113

LAMPIRAN 3.2. Analisa hidrologi Gumbell.

n	REDUCED MEAN (Y_n)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,546	0,5468	0,5473	0,5477
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515

13

n	REDUCED STANDARD DEVIATION (S_n)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
10	0,3496	0,3576	0,3633	0,3671	0,3695	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493
20	1,0623	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047
30	1,1124	1,1193	1,1253	1,1286	1,1357	1,1385	1,1412	1,1433	1,1463
40	1,1413	1,1426	1,1450	1,1480	1,1489	1,1519	1,1533	1,1557	1,1574
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721

LAMPIRAN 3.4. Reduced variate Iway Kadaya

REDUCED VARIATE (2)

periode ulang, tahunan
(t)

Z

2	
5	0,5991
10	0,9062
20	1,1631
25	1,2372
50	1,4522
100	1,6450
200	1,8214
500	2,0398

BAB IV

PERENCANAAN PERBAIKAN SUNGAI

4.1. UMUM.

Salah satu penyebab banjir dari suatu sungai adalah kemampuan daya tampung sungai yang tidak memenuhi syarat, dan bila tidak ditanggulangi maka akan menyebabkan banjir didaerah-daerah sekitarnya akibat adanya luapan.

Seperti halnya Kali Dongkeng yang merupakan anak sungai terbesar dari Bengawan Solo dengan daerah aliran sungainya yang besar dan sangat berpotensi, dimana banjir terbesar pernah terjadi pada tahun 1960 yang mengakibatkan daerah tertentu dilanda banjir, sehingga membawa korban harta, jiwa yang tidak sedikit jumlahnya.

Untuk mencari penyebabnya dilakukan dengan menganalisa satu persatu mengenai kondisi sungai, baik itu kondisi penampang sungai, keadaan tebing sungai maupun pengaruh sedimentasi sampai dimana pengaruhnya terhadap problema banjir pada kali Dongkeng, sehingga akan didapatkan hasil yang tepat dan terarah dari pemecahan masalah banjir tersebut.

4.2. ANALISA KAPASITAS SUNGAI.

4.2.1. DASAR PERHITUNGAN.

Kapasitas sungai dihitung berdasarkan perumusan Manning.

$$Q = \frac{1}{n} A (R^{\frac{2}{3}}) (i)^{0.5}$$

dimana :

Q = Debit sungai (m^3/dtk).

n = Angka kekasaran Manning.

A = Luas penampang basah (m^2)

O = Keliling basah (meter).

R = Jari-jari hidrolis = A/O (meter).

i = Kemiringan sungai.

Untuk perhitungan permukaan air dan debit setiap potongan / section ditetapkan dalam kondisi penuh.

4.2.2. PERHITUNGAN KAPASITAS SUNGAI.

Untuk menghitung kapasitas sungai terlebih dahulu harus dicari faktor-faktor yang menunjang agar harga Q (debit) dapat dihitung.

Faktor-faktor tersebut antara lain :

LUAS PENAMPANG BASAH.

Dalam perhitungan luas penampang basah, profil sungai memegang peranan penting. Perhitungan pendekatan untuk masing-masing potongan adalah sebagai berikut:



gambar 4.1. polongan melintang sungai

Dari profil melintang sungai yang diketahui, dihitung luas tiap-tiap bagian yaitu, $A_1, A_2 \dots, A_8$, sehingga didapatkan

$$A_{\text{total}} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 + A_8.$$

Dengan demikian luas penampang basah (A) dapat dihitung sesuai dengan keadaan aslinya. Untuk menentukan atau menghitung keliling basahnya (O) juga dihitung dengan cara yang sama.

KEHIRINGAN SUNGAI.

Selain faktor penampang basah, kemiringan sungai juga menentukan besarnya debit (Q), yang dimaksud kemiringan sungai adalah kemiringan permukaan air.

Asumsi yang diambil yaitu kemiringan garis energi sejajar dengan kemiringan muka air juga sejajar dengan kemiringan dasar saluran. sama dengan kemiringan dasar saluran (uniform flow).

Maka perhitungan kemiringan disini adalah perhitungan dasar sungai. Untuk mengetahui kemiringan dasar sungai perlu mengetahui beda tinggi dan jaraknya, dirumuskan sebagai berikut :

$$i = \frac{\Delta H}{L}$$

dimana :

i = kemiringan dasar sungai.

ΔH = Beda tinggi (meter).

L = Jarak (meter).

ANGKA KEKASARAN MANNING (n).

Sedimen yang ada, baik suspended load maupun bed load sangat berpengaruh dalam menentukan angka kekasaran Manning, karena dapat memperkecil kapasitas atau sebaliknya. Banyak faktor yang mempengaruhi angka kekasaran Manning yaitu

- Jenis saluran / kondisi saluran.
- Keadaan aliran.
- Pemeliharaan, dsb.

Dalam perhitungan ini dihitung berdasarkan tabel V.T Chow. dan disesuaikan kondisi sungainya.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh proyek Bengawan Solo didapatkan harga $n = 0.035$



Tabel 4.1. KAPASITAS SALURAN

Cross section :	A :	E :	I :	V :	Q = A.V :
:	(m ²) :	m :	:	m/dt :	m ³ /dt :
KD 0	181.933	4.159	0.00025	1.168	212.557
P 2	177.722	3.941	0.00025	1.127	200.316
P 4	140.882	3.178	0.00025	0.977	137.571
P 6	162.251	3.604	0.00025	1.062	172.298
P 8	152.273	3.419	0.00025	1.025	156.120
KD 1	151.766	3.546	0.00019	0.910	138.071
P 12	151.060	3.351	0.00019	0.876	132.343
P 14	158.093	3.584	0.00019	0.916	144.852
P 16	141.691	3.189	0.00019	0.848	120.101
P 18	200.289	4.288	0.00075	2.065	413.642
KD 2	162.286	3.684	0.00075	1.866	302.895
P 22	139.730	3.191	0.00075	1.696	236.976
P 24	166.726	3.841	0.00075	1.919	319.961
P 26	144.472	3.049	0.00075	1.645	237.695
P 28	107.503	2.579	0.00162	2.163	232.554
KD 3	144.443	3.218	0.00162	2.507	362.151
P 32	152.359	3.358	0.00162	2.579	392.999
P 34	136.166	3.058	0.00162	2.423	329.987
P 36	144.877	3.447	0.00162	2.625	380.274
P 38	91.760	2.240	0.00162	1.969	180.698
KD 4	138.306	3.290	0.00011	0.665	91.976
P 42	129.779	2.939	0.00011	0.617	80.052
P 44	126.996	2.897	0.00011	0.611	77.587
P 46	167.402	3.725	0.00011	0.722	120.934
P 48	195.041	4.248	0.00011	0.789	153.798
KD 5	128.636	3.076	0.00011	0.636	81.794
P 52	84.109	1.911	0.00011	0.463	38.939
P 54	156.179	3.542	0.00025	1.050	163.943
P 56	154.919	3.466	0.00025	1.035	160.285
P 58	158.388	3.513	0.00025	1.044	165.353
KD 6	162.268	3.684	0.00175	2.851	462.628
P 62	119.175	2.783	0.00175	2.365	281.825
P 64	140.346	3.119	0.00175	2.552	358.093
P 66	148.232	3.363	0.00042	1.309	194.053
P 68	130.589	2.953	0.00042	1.200	156.763
KD 7	176.014	3.888	0.00042	1.442	253.820
P 72	168.568	3.821	0.00042	1.425	240.282
P 74	141.212	3.228	0.00042	1.274	179.882
P 76	138.133	3.285	0.00042	1.289	178.026
P 78	143.809	3.021	0.00309	3.318	477.203

Cross section	A	R	I	V	Q = A.V
	(m ²)	m		m/dt	m ³ /dt
KD 8	135.793	3.235	0.00309	3.473	471.640
P 82	148.125	3.299	0.00309	3.519	521.235
P 84	139.291	3.086	0.00309	3.366	468.818
P 86	116.816	2.631	0.00309	3.026	353.508
P 88	153.885	3.671	0.00309	3.779	581.482
KD 9	126.473	3.076	0.00309	3.358	424.756
P 92	120.142	2.909	0.00309	3.236	388.753
P 94	105.079	2.567	0.00309	2.977	312.812
P 96	129.213	3.252	0.00309	3.485	450.357
P 98	116.291	3.221	0.00309	3.463	402.739
KD 10	69.063	1.957	0.00309	2.484	171.576
P 102	99.159	2.939	0.00309	3.258	323.059
P 104	86.725	2.609	0.00309	3.009	260.982
P 106	46.876	1.602	0.00309	2.174	101.908
P 108	57.808	2.245	0.00309	2.722	157.380
KD 11	48.830	1.914	0.00309	2.448	119.527
P 112	54.581	2.132	0.00309	2.630	143.565
P 114	72.345	2.722	0.00309	3.096	223.950
P 116	73.127	2.722	0.00309	3.096	226.371
P 118	85.431	3.150	0.00309	3.412	291.501
KD 12	40.954	1.623	0.00309	2.193	89.810
P 122	72.201	2.743	0.00309	3.111	224.652
P 124	61.293	2.360	0.00309	2.815	172.518
P 126	67.114	2.546	0.00309	2.961	198.702
P 128	103.485	2.897	0.00309	3.227	333.933
KD 13	175.395	4.737	0.00124	2.835	497.233
P 132	71.793	2.151	0.00156	1.879	134.929
P 134	74.123	2.520	0.00156	2.089	154.816
P 136	47.159	1.853	0.00156	1.702	80.244
P 138	47.008	1.845	0.00156	1.697	79.756
KD 14	55.172	2.263	0.00156	1.944	107.260
P 142	44.148	1.889	0.00156	1.724	76.090
P 144	59.534	2.433	0.00156	2.040	121.467
P 146	58.423	2.382	0.00177	2.147	125.433
P 148	63.036	2.436	0.00140	1.935	122.003
KD 15	60.502	2.340	0.00190	2.195	132.808
P 152	61.737	2.396	0.00130	1.845	113.878
P 154	56.720	2.212	0.00120	1.680	95.305
P 156	54.940	2.142	0.00190	2.069	113.696
P 158	65.597	2.504	0.00085	1.536	100.759
KD 16	61.447	2.365	0.00248	2.523	155.039
P 162	55.314	2.144	0.00082	1.365	75.476
P 164	66.166	1.909	0.00232	2.120	140.276
P 166	74.656	2.273	0.00155	1.945	145.177
P 168	75.940	2.272	0.00145	1.880	142.789
KD 17	75.131	2.553	0.00100	1.688	126.800
P 172	49.869	1.967	0.00162	1.808	90.170
P 174	46.168	1.833	0.00030	0.741	34.220
P 176	47.089	2.058	0.00127	1.651	77.727
P 178	48.667	2.059	0.00070	1.223	59.542
KD 18	42.791	2.060	0.00143	1.746	74.720

4.3. PERENCANAAN PROFIL SUNGAI.

Dari hasil perhitungan kapasitas sungai, dapatlah dipastikan bahwa sungai tersebut tidak mampu menampung debit banjir rencana yang akan lewat (debit banjir 10 tahun). Oleh karena itu perlu usaha-usaha perbaikan sungai sehingga nantinya air dapat tertampung seluruhnya pada sungai dan tidak lagi terjadi luapan yang dapat menimbulkan genangan-genangan air didaerah sekitarnya.

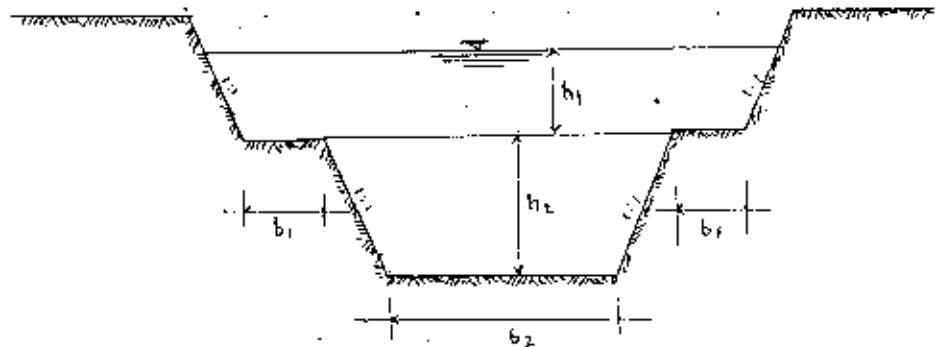
Usaha-usaha tersebut harus disesuaikan dengan kondisi dari masing-masing sungai, usaha-usaha tersebut antara lain :

- Memperbaiki penampang sungai serta memperbesar daya tampung / kapasitasnya, sehingga mampu menampung debit banjir rencana.
- Membersihkan bantaran-bantaran sungai dan membuang semua halangan yang dapat mengganggu kelancaran aliran air.
- Mencegah terjadinya luapan air ke daerah yang penting dan perlu diamankan dengan pembuatan tanggul di kanan dan kiri sepanjang sungai tersebut.

Salah satu cara yang paling sesuai untuk jangka waktu pendek dalam mengatasi keterbatasan dari daya tampung sungai / kapasitas sungai adalah dengan mengadakan perbaikan bentuk profil sungai.

Untuk maksud menambah kapasitas hidrolis dari sungai dapat dilaksanakan dengan menambah jari-jari hidrolis (dengan menambah kedalaman), menambah kemiringan dasar sungai.

Pada perencanaan perbaikan Kali Dengkeng, bentuk profil rencana sungai yaitu profil trapesium tersusun seperti pada gambar.



Perencanaan didasarkan pada :

- Debit yang dikehendaki.
- Kemiringan dasar sungai yang dikehendaki.
- Kecepatan yang diijinkan.
- Penampang yang direncanakan berdasarkan penampang yang stabil, baik kondisi tebing maupun angkutan sedimen.

4.4. PENGARUH KENAIKAN MUKA AIR AKIBAT PERTEMUAN SUNGAI.

Untuk menentukan sampai seberapa jauh pengaruh kenaikan muka air akibat adanya pertemuan anak-anak sungai, maka perlu diadakan perhitungan back water curve.

Metode perhitungan back water yang dipakai disini adalah *The Direct Step Methode*, dengan asumsi penampang sungai

sebagai saluran prismatis yang mempunyai penampang hidrolis dan geometris yang hampir sama.

PERHITUNGAN BACK WATER METHODE DIRECT STEP.

Perhitungan back water metode direct step merupakan metode yang paling sederhana dipergunakan untuk saluran prismatis adapun perumusannya adalah sebagai berikut :

$$A = (b + zh)h$$

$$O = b + 2h \sqrt{1 + z^2}$$

$$R = \frac{A}{O} = \frac{(b + zh)h}{b + 2h \sqrt{1 + z^2}}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$E = h + \frac{\alpha V^2}{2g}$$

$$Sf = \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}} \quad ; \quad \bar{Sf} = \frac{Sf_1 + Sf_2}{2}$$

$$\Delta x = \frac{E_2 - E_1}{S_0 - \bar{Sf}} = \frac{\Delta E}{S_0 - \bar{Sf}}$$

dimana :

x = Harga kumulatif dari Δx (m).

h = Kedalaman air pada potongan tertentu (m).

V = Kecepatan rata-rata (m/dt).

S_o = Kemiringan dasar saluran.

S_f = Friction slope.

α = Koefisien energi dimana harganya diambil sebesar 1.15 (rata-rata pada aliran alamiah).

Tabel 4.2. Koefisien energi

Saluran	nilai α		
	min	ave	max
Saluran biasa. spillway	1.10	1.15	1.20
Sungai alam, sungai deras	1.15	1.30	1.50
Sungai tertutup es	1.20	1.50	2.00

DIMENSI SALURAN Q 10 TAHUN

CROSS SECTION P12 - P 0

Data Q = 882.716 m³/dt

h = 5.302 m	b = 60.000 m	R = 5.7411 m
-----		I = 5.00E-04
A1 = 56.222 m ²	O1 = 7.498 m	n = 0.0350
A2 = 318.119 m ²	O2 = 60.000 m	
A3 = 56.222 m ²	O3 = 7.498 m	Q = 882.02 m ³ /dt

A = 430.564 m ²	O = 74.996 m	

CROSS SECTION KD 2 - P 12

Data Q = 872.54 m³/dt

h = 5.274 m	b = 60.000 m	R = 5.7090 m
-----		I = 5.00E-04
A1 = 55.630 m ²	O1 = 7.459 m	n = 0.0350
A2 = 316.440 m ²	O2 = 60.000 m	
A3 = 55.630 m ²	O3 = 7.459 m	Q = 872.88 m ³ /dt

A = 427.700 m ²	O = 74.917 m	

CROSS SECTION KD 4 - KD 2

Data Q = 751.314 m³/dt

h = 5.206 m	b = 50.000 m	R = 5.6966 m
-----		I = 5.00E-04
A1 = 54.205 m ²	O1 = 7.362 m	n = 0.0350
A2 = 260.300 m ²	O2 = 50.000 m	
A3 = 54.205 m ²	O3 = 7.362 m	Q = 751.40 m ³ /dt

A = 368.710 m ²	O = 64.725 m	

CROSS SECTION P52 - KD 4

Data Q = 626.194 m³/dt

h = 4.937 m	b = 50.000 m	R = 5.3834 m
-----		I = 4.29E-04
A1 = 48.748 m ²	O1 = 6.982 m	n = 0.0350
A2 = 246.850 m ²	O2 = 50.000 m	
A3 = 48.748 m ²	O3 = 6.982 m	Q = 626.09 m ³ /dt

A = 344.346 m ²	O = 63.964 m	

CROSS SECTION P94 - P52

Data Q = 614.321 m3/dt

h = 4.196 m	b = 40.000 m	R = 4.5937 m
-----		I = 1.07E-03
A1 = 35.213 m2	O1 = 5.934 m	n = 0.0350
A2 = 167.840 m2	O2 = 40.000 m	
A3 = 35.213 m2	O3 = 5.934 m	Q = 614.77 m3/dt

A = 238.266 m2	O = 51.868 m	

CROSS SECTION P122 - P94

Data Q = 595.029 m3/dt

h = 4.036 m	b = 40.000 m	R = 4.4072 m
-----		I = 1.17E-03
A1 = 32.579 m2	O1 = 5.708 m	n = 0.0350
A2 = 161.440 m2	O2 = 40.000 m	
A3 = 32.579 m2	O3 = 5.708 m	Q = 595.22 m3/dt

A = 226.597 m2	O = 51.416 m	

CROSS SECTION KD17 - P122

Data Q = 611.93 m3/dt

h = 4.214 m	b = 30.000 m	R = 4.7103 m
-----		I = 1.49E-03
A1 = 35.516 m2	O1 = 5.959 m	n = 0.0350
A2 = 126.420 m2	O2 = 30.000 m	
A3 = 35.516 m2	O3 = 5.959 m	Q = 611.85 m3/dt

A = 197.451 m2	O = 41.919 m	

Dimensi saluran pada periode ulang 25 tahun

CROSS SECTION P12 - P0

Data $Q = 1035.55 \text{ m}^3/\text{dt}$

$h1 = 1.520 \text{ m}$	$b1 = 10.000 \text{ m}$	
$h2 = 5.302 \text{ m}$	$b2 = 60.000 \text{ m}$	
<hr/>		
$A1 = 1.154 \text{ m}^2$	$O1 = 2.149 \text{ m}$	$R = 5.3421 \text{ m}$
$A2 = 15.195 \text{ m}^2$	$O2 = 10.000 \text{ m}$	$I = 5.00\text{E-}04$
$A3 = 44.224 \text{ m}^2$	$O3 = 7.498 \text{ m}$	$n = 0.0350$
$A4 = 409.290 \text{ m}^2$	$O4 = 60.000 \text{ m}$	
$A5 = 44.224 \text{ m}^2$	$O5 = 7.498 \text{ m}$	$Q = 1035.65 \text{ m}^3/\text{dt}$
$A6 = 15.195 \text{ m}^2$	$O6 = 10.000 \text{ m}$	
$A7 = 1.154 \text{ m}^2$	$O7 = 2.149 \text{ m}$	$Yc = 2.9586 \text{ m}$
<hr/>		
$A = 530.437 \text{ m}^2$	$O = 99.294 \text{ m}$	

CROSS SECTION KD2 - P12

Data $Q = 1018.15 \text{ m}^3/\text{dt}$

$h1 = 1.488 \text{ m}$	$b1 = 10.000 \text{ m}$	
$h2 = 5.274 \text{ m}$	$b2 = 60.000 \text{ m}$	
<hr/>		
$A1 = 1.107 \text{ m}^2$	$O1 = 2.104 \text{ m}$	$R = 5.2934 \text{ m}$
$A2 = 14.880 \text{ m}^2$	$O2 = 10.000 \text{ m}$	$I = 5.00\text{E-}04$
$A3 = 43.511 \text{ m}^2$	$O3 = 7.459 \text{ m}$	$n = 0.0350$
$A4 = 405.720 \text{ m}^2$	$O4 = 60.000 \text{ m}$	
$A5 = 43.511 \text{ m}^2$	$O5 = 7.459 \text{ m}$	$Q = 1018.25 \text{ m}^3/\text{dt}$
$A6 = 14.880 \text{ m}^2$	$O6 = 10.000 \text{ m}$	
$A7 = 1.107 \text{ m}^2$	$O7 = 2.104 \text{ m}$	$Yc = 2.9254 \text{ m}$
<hr/>		
$A = 524.715 \text{ m}^2$	$O = 99.126 \text{ m}$	

CROSS SECTION KD4 - KD2

Data $Q = 890.71 \text{ m}^3/\text{dt}$

$h1 = 1.623 \text{ m}$	$b1 = 10.000 \text{ m}$	
$h2 = 5.206 \text{ m}$	$b2 = 50.000 \text{ m}$	
<hr/>		
$A1 = 1.316 \text{ m}^2$	$O1 = 2.295 \text{ m}$	$R = 5.2007 \text{ m}$
$A2 = 16.225 \text{ m}^2$	$O2 = 10.000 \text{ m}$	$I = 5.00\text{E-}04$
$A3 = 43.996 \text{ m}^2$	$O3 = 7.362 \text{ m}$	$n = 0.0350$
$A4 = 341.425 \text{ m}^2$	$O4 = 50.000 \text{ m}$	
$A5 = 43.996 \text{ m}^2$	$O5 = 7.362 \text{ m}$	$Q = 890.85 \text{ m}^3/\text{dt}$
$A6 = 16.225 \text{ m}^2$	$O6 = 10.000 \text{ m}$	
$A7 = 1.316 \text{ m}^2$	$O7 = 2.295 \text{ m}$	$Yc = 2.8226 \text{ m}$
<hr/>		
$A = 464.499 \text{ m}^2$	$O = 89.314 \text{ m}$	

CROSS SECTION P52 - K04

Data Q = 744.23 m³/dt

h1 = 1.523 m	b1 = 10.000 m	
h2 = 4.937 m	b2 = 50.000 m	
<hr/>		
A1 = 1.160 m ²	O1 = 2.154 m	R = 4.9235 m
A2 = 15.230 m ²	O2 = 10.000 m	I = 4.29E-04
A3 = 39.412 m ²	O3 = 6.982 m	n = 0.0350
A4 = 323.000 m ²	O4 = 50.000 m	
A5 = 39.412 m ²	O5 = 6.982 m	Q = 744.52 m ³ /dt
A6 = 15.230 m ²	O6 = 10.000 m	
A7 = 1.160 m ²	O7 = 2.154 m	Yc = 2.5039 m
<hr/>		
A = 434.604 m ²	O = 88.272 m	

CROSS SECTION P94 - P52

Data Q = 729.98 m³/dt

h1 = 1.332 m	b1 = 10.000 m	
h2 = 4.196 m	b2 = 40.000 m	
<hr/>		
A1 = 0.887 m ²	O1 = 1.884 m	R = 4.0603 m
A2 = 13.320 m ²	O2 = 10.000 m	I = 1.07E-03
A3 = 28.785 m ²	O3 = 5.934 m	n = 0.0350
A4 = 221.120 m ²	O4 = 40.000 m	
A5 = 28.785 m ²	O5 = 5.934 m	Q = 729.79 m ³ /dt
A6 = 13.320 m ²	O6 = 10.000 m	
A7 = 0.887 m ²	O7 = 1.884 m	Yc = 2.4719 m
<hr/>		
A = 307.103 m ²	O = 75.636 m	

CROSS SECTION P122 - P94

Data Q = 703.76 m³/dt

h1 = 1.257 m	b1 = 10.000 m	
h2 = 4.036 m	b2 = 40.000 m	
<hr/>		
A1 = 0.790 m ²	O1 = 1.778 m	R = 3.8857 m
A2 = 12.570 m ²	O2 = 10.000 m	I = 1.17E-03
A3 = 26.436 m ²	O3 = 5.708 m	n = 0.0350
A4 = 211.720 m ²	O4 = 40.000 m	
A5 = 26.436 m ²	O5 = 5.708 m	Q = 703.58 m ³ /dt
A6 = 12.570 m ²	O6 = 10.000 m	
A7 = 0.790 m ²	O7 = 1.778 m	Yc = 2.7241 m
<hr/>		
A = 291.312 m ²	O = 74.971 m	

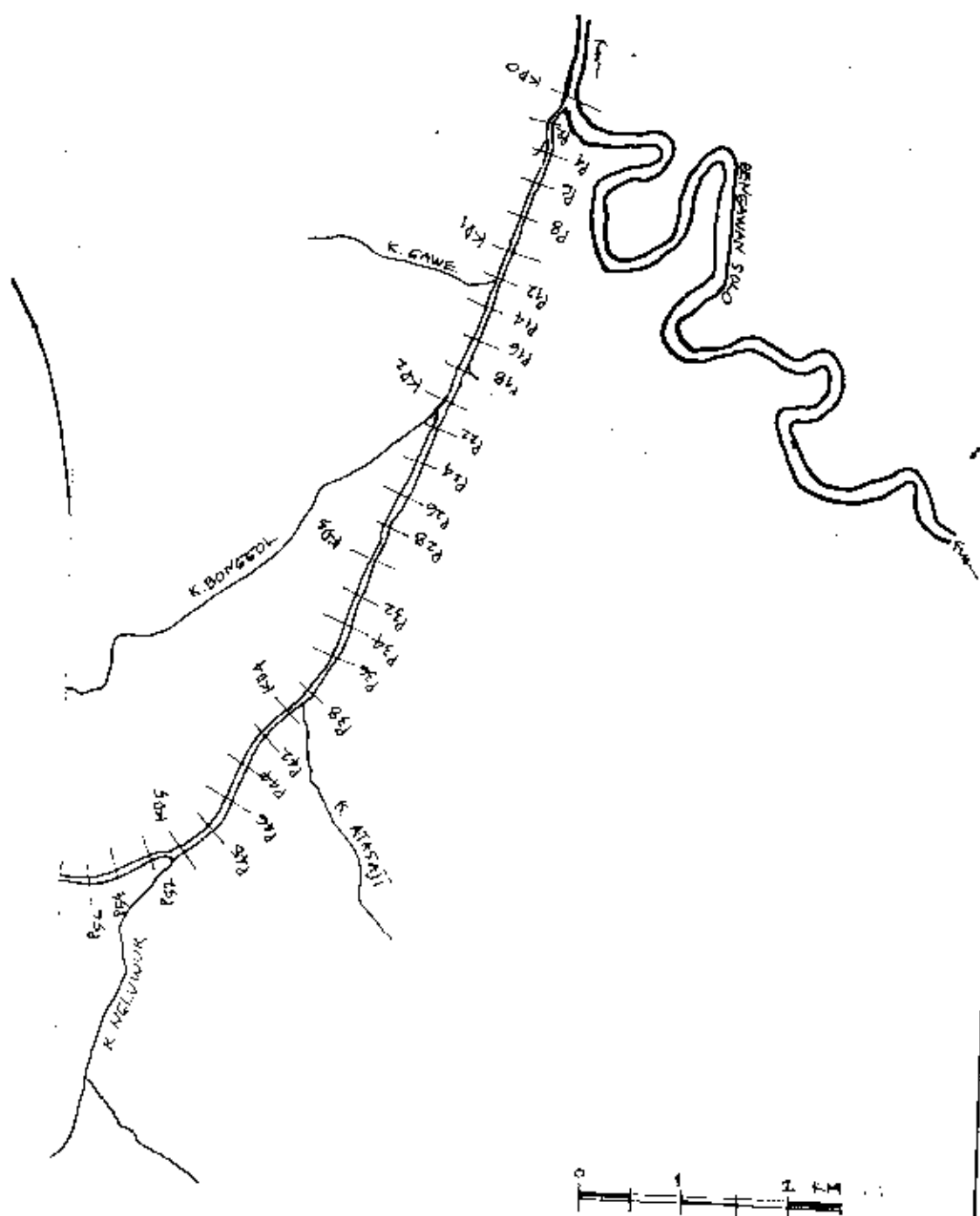
CROSS SECTION KD17 - P122

Data Q = 727.81 m³/dt

h1 = 1.478 m b1 = 10.000 m
h2 = 4.214 m b2 = 30.000 m

A1 = 1.092 m ²	O1 = 2.090 m	R = 3.9778 m
A2 = 14.780 m ²	O2 = 10.000 m	I = 1.49E-03
A3 = 30.214 m ²	O3 = 5.959 m	n = 0.0350
A4 = 170.760 m ²	O4 = 30.000 m	
A5 = 30.214 m ²	O5 = 5.959 m	Q = 727.94 m ³ /dt
A6 = 14.780 m ²	O6 = 10.000 m	
A7 = 1.092 m ²	O7 = 2.090 m	Yc = 2.9885 m

A = 262.933 m² O = 66.099 m



GAMBAR 4.2 SITUASI KALI DENGKENG



MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

KD 9	102.00	107.00	106.50	101.70	107.224	108.724
P92	102.00	107.00	106.50	102.12	107.551	109.151
P94	103.70	107.00	108.00	103.55	108.078	109.578
P96	104.00	106.00	109.25	103.02	108.511	109.811
P98	104.00	109.00	109.25	103.45	108.779	110.279
KD 10	104.30	107.00	109.50	103.25	109.247	110.747
P102	104.50	110.50	109.50	104.42	109.774	111.274
P104	105.00	110.25	108.50	104.85	110.132	111.632
P106	106.40	109.50	108.50	105.35	110.660	112.160
P108	106.00	110.50	109.00	105.52	111.118	112.618
KD 11	107.00	109.60	111.50	106.29	111.586	113.086
P112	107.00	109.75	110.50	106.76	112.054	113.554
P114	107.00	111.60	111.75	107.23	112.522	114.022
P116	107.30	111.50	112.50	107.70	112.989	114.489
P118	108.20	111.40	113.40	108.16	113.457	114.957
KD 12	109.00	111.00	112.30	108.53	113.925	115.425
P122	109.50	114.00	113.50	109.10	114.393	115.893
P124	110.07	115.50	113.24	109.70	114.860	116.360
P126	110.00	114.01	114.25	110.29	115.324	116.824
P128	110.60	115.83	115.25	110.29	115.572	116.979
KD 13	109.75	113.20	117.50	111.48	117.175	118.675
P132	111.00	115.54	114.74	112.08	117.771	119.271
P134	111.35	115.41	115.06	112.67	118.327	119.827
P136	113.74	115.50	116.17	113.27	118.883	120.483
P138	114.57	116.62	117.87	113.87	119.439	121.039
KD 14	114.53	118.14	118.24	114.45	120.154	121.654
P142	115.50	119.25	118.89	115.05	120.750	122.250
P144	115.42	119.20	119.25	115.55	121.346	122.846
P146	116.31	119.26	120.11	116.25	121.942	123.442
P148	116.59	121.08	120.49	116.86	122.538	124.038
KD 15	117.45	121.25	121.04	117.44	123.134	124.634
P152	117.57	121.19	121.95	118.04	123.729	125.229
P154	118.45	121.75	121.81	118.63	124.325	125.825
P156	119.21	123.00	122.40	119.23	124.921	126.421
P158	119.55	123.55	123.09	119.82	125.517	127.017
KD 16	120.54	123.75	123.75	120.42	126.113	127.613
P162	120.87	124.25	123.27	121.02	126.709	128.209
P164	121.80	124.45	124.10	121.61	127.304	128.804
P166	122.42	125.46	125.34	122.21	127.890	129.400
P168	123.00	125.45	125.22	122.80	128.475	129.995
KD 17	123.40	127.78	126.81	123.40	129.062	130.592
P172	124.05	127.45	127.02	123.95	129.658	131.038
P174	124.84	127.45	127.19	124.59	129.924	131.454
P176	125.35	128.15	128.70	124.74	130.430	131.930
P178	125.71	128.75	128.65	125.12	130.876	132.376

PERHITUNGAN BALOK WATER KALI DEKETING I04-I02

Q : 890,75 m³/dt

g : 9,80 m/dt²

n : 0,035

I : So = 0,0005

h	A	O	R	4/3	V	$\propto V^2/2g$	B	dB	Sf	SP - Sf	X	ΣX
7,216	501,101	100,581	4,977	0,498	1,776	1,854E-01	7,4014	-	0,5597E-03	-	-	0
7,206	500,153	100,653	4,959	0,479	1,781	1,861E-01	7,3921	0,00930	4,5818E-04	4,5822E-04	4,3177E-05	222
7,196	499,205	100,625	4,951	0,461	1,784	1,866E-01	7,3828	0,00929	4,6091E-04	4,5955E-04	4,0453E-05	450
7,186	498,257	100,597	4,953	0,443	1,788	1,871E-01	7,3735	0,00929	4,6367E-04	4,6229E-04	3,7708E-05	716
7,176	497,309	100,568	4,945	0,425	1,791	1,876E-01	7,3642	0,00928	4,6645E-04	4,6508E-04	3,4941E-05	992
7,166	496,362	100,540	4,937	0,406	1,794	1,881E-01	7,3549	0,00928	4,6925E-04	4,6785E-04	3,2153E-05	1294
7,156	495,414	100,512	4,929	0,388	1,798	1,887E-01	7,3457	0,00928	4,7207E-04	4,7065E-04	2,9344E-05	1626
7,146	494,467	100,483	4,921	0,370	1,801	1,894E-01	7,3364	0,00927	4,7491E-04	4,7349E-04	2,6512E-05	1996
7,136	493,520	100,455	4,913	0,352	1,805	1,911E-01	7,3271	0,00927	4,7777E-04	4,7634E-04	2,3659E-05	2413
7,126	492,573	100,427	4,905	0,334	1,808	1,919E-01	7,3179	0,00926	4,8066E-04	4,7922E-04	2,0782E-05	2892
7,116	491,627	100,399	4,897	0,315	1,812	1,926E-01	7,3086	0,00926	4,8357E-04	4,8212E-04	1,7844E-05	3456
7,106	490,681	100,375	4,890	0,300	1,815	1,932E-01	7,3009	0,00926	4,8650E-04	4,8509E-04	1,5712E-05	4005
7,105	490,680	100,370	4,889	0,297	1,815	1,933E-01	7,2993	0,00927	4,8650E-04	4,8625E-04	1,3745E-05	4121

PERHITUNGAN BALOK WATER KALI DEKETING I02 - I04

Q : 744,23 m³/dt

g : 9,80 m/dt²

n : 0,035

I : So = 0,000429

h	A	O	R	4/3	V	$\propto V^2/2g$	B	dB	Sf	SP - Sf	X	ΣX
7,108	495,154	90,104	5,495	0,697	1,563	1,325E-01	7,2405	-	2,8531E-04	-	-	0
6,956	481,063	89,580	5,364	0,390	1,547	1,404E-01	7,0984	0,09380	3,1223E-04	2,9800E-04	2,0120E-04	332
6,808	467,017	89,256	5,232	0,044	1,534	1,490E-01	6,9570	0,09380	3,4247E-04	3,2735E-04	1,7258E-04	703
6,658	453,016	88,832	5,100	0,776	1,543	1,581E-01	6,8164	0,14885	3,7554E-04	3,5956E-04	1,4044E-04	1347
6,508	439,060	88,407	4,968	0,473	1,595	1,686E-01	6,6766	0,13971	4,1539E-04	3,9602E-04	1,0398E-04	2125
6,460	434,504	88,272	4,923	0,376	1,712	1,721E-01	6,5321	0,04453	4,2888E-04	4,2213E-04	7,7663E-05	2394
6,358	425,149	87,983	4,832	0,169	1,751	1,798E-01	6,5378	0,09426	4,5949E-04	4,5419E-04	5,5814E-05	3089

PERHITUNGAN BACK WATER PD - P12

Q = 1035.55 m³/dt g = 9.80 m/dt²

n = 0.035

f = So = 0.0005

h	A	O	R	h/3	V	$\propto V^2/2g$	S	dB	Sf	SO - Sf	X	ΣX
7.902	644.243	102.350	5.294	11.622	1.607	1.5168-01	0.0536	-	2.7238-04	-	-	0
7.802	633.512	102.067	5.208	11.409	1.634	1.5678-01	7.9507	0.09487	2.8650E-04	2.7651E-04	7.2043E-04	445
7.702	623.002	101.785	5.121	11.195	1.662	1.6218-01	7.8641	0.09462	3.0239E-04	2.9455E-04	2.0545E-04	479
7.602	612.413	101.502	5.034	10.986	1.691	1.6768-01	7.7808	0.09434	3.1888E-04	3.1059E-04	1.8941E-04	521
7.502	601.840	101.219	4.946	10.772	1.721	1.7378-01	7.6757	0.09405	3.3668E-04	3.2778E-04	1.7222E-04	576
7.441	595.349	101.045	4.892	10.642	1.739	1.7750-01	7.6180	0.05769	3.4828E-04	3.4268E-04	1.5752E-04	380
7.402	591.289	100.935	4.858	10.560	1.751	1.8008-01	7.5820	0.03605	3.5530E-04	3.5204E-04	1.4796E-04	250
7.282	578.248	100.370	4.681	10.138	1.816	1.9358-01	7.3555	0.18547	3.9848E-04	3.7714E-04	1.2286E-04	1837

PERHITUNGAN BACK WATER LAU DONGONG IIR - P12

Q = 1018.15 m³/dt g = 9.80 m/dt²

n = 0.035

f = So = 0.0005

h	A	O	R	h/3	V	$\propto V^2/2g$	B	dB	Sf	SO - Sf	X	ΣX
7.431	595.841	101.045	4.897	10.653	1.709	1.7178-01	7.6123	-	3.3575E-04	-	-	0
7.341	585.308	100.763	4.809	10.442	1.740	1.7758-01	7.5185	0.09378	3.6499E-04	3.4537E-04	1.5453E-04	647
7.241	574.795	100.481	4.720	10.231	1.771	1.8418-01	7.4251	0.09345	3.7563E-04	3.6538E-04	1.3166E-04	752
7.216	572.117	100.409	4.698	10.177	1.780	1.8548-01	7.4013	0.02377	3.8121E-04	3.7045E-04	1.2155E-04	208
7.141	564.302	100.198	4.632	10.020	1.804	1.9108-01	7.3320	0.06932	3.9758E-04	3.8968E-04	1.1040E-04	619

PERHITUNGAN 840% WATER KALI DENGAN P94 - P52

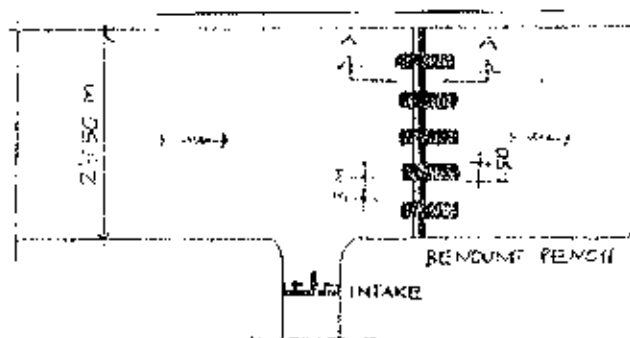
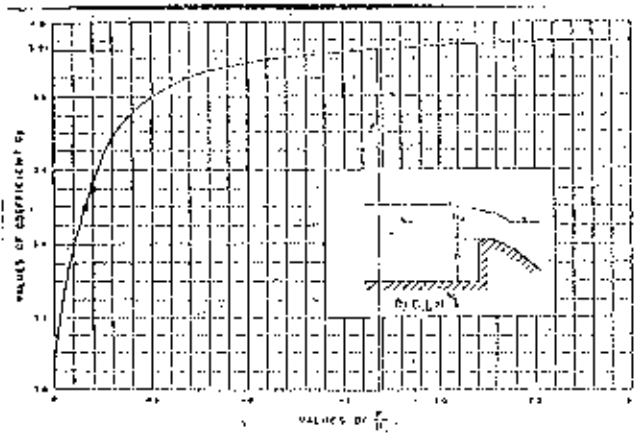
Q = 120.32 m³/det
 n = 0.035
 S = 0.0010

h	h	Q	2	4/3	V	$\propto V^2/2g$	E	dE	Sf	Σh	ΣX
15.489	360.612	12.712	4.882	6.279	1.911	2.147E-01	6.5342	-	5.4078E-04	-	0
16.260	375.295	13.369	4.794	6.384	1.952	2.238E-01	6.5836	0.0938E	5.7760E-04	5.5894E-04	191
16.260	365.192	13.336	4.807	6.369	1.996	2.337E-01	6.4937	0.0938E	6.1835E-04	5.9798E-04	208
16.160	351.714	12.423	4.529	6.095	2.041	2.443E-01	6.4043	0.0938E	6.6293E-04	6.4064E-04	230
16.060	347.653	11.149	4.322	5.501	2.088	2.557E-01	6.3157	0.0938E	7.1178E-04	6.8735E-04	252
15.960	341.412	9.637	4.145	5.308	2.137	2.679E-01	6.2279	0.0938E	7.5542E-04	7.3880E-04	308
15.860	333.194	8.333	4.356	5.115	2.188	2.810E-01	6.1410	0.0938E	8.2444E-04	7.9493E-04	382
15.760	325.529	7.232	4.268	5.922	2.242	2.949E-01	6.0549	0.0938E	8.8933E-04	8.5695E-04	520
15.660	317.602	6.302	4.179	6.130	2.298	3.099E-01	5.9699	0.0938E	9.6148E-04	9.2551E-04	664
15.560	309.627	5.525	4.089	6.339	2.357	3.261E-01	5.8861	0.0938E	1.0412E-03	1.0013E-03	816
15.528	307.103	5.636	4.062	6.478	2.377	3.315E-01	5.8595	0.0938E	1.0685E-03	1.0548E-03	884

PERHITUNGAN 840% WATER KALI DENGAN P122 - P94

Q = 120.32 m³/det
 n = 0.035
 S = 0.0010

h	h	Q	R	4/3	V	$\propto V^2/2g$	E	dE	Sf	Σh	ΣX
15.128	359.852	75.635	4.097	6.555	2.358	3.164E-01	5.8544	-	1.0385E-03	-	0
15.178	305.292	75.192	4.352	6.480	2.385	3.148E-01	5.8128	0.04151	1.0322E-03	1.0408E-03	221
15.428	301.929	75.352	4.907	6.365	2.426	3.437E-01	5.7717	0.04118	1.1213E-03	1.1046E-03	289
15.378	292.005	75.212	4.952	6.270	2.452	3.528E-01	5.7308	0.04034	1.1749E-03	1.1551E-03	429
15.328	284.024	75.170	4.973	6.175	2.485	3.623E-01	5.6903	0.04059	1.2251E-03	1.2000E-03	591
15.265	291.319	74.971	5.886	6.109	2.509	3.692E-01	5.6622	0.02812	1.2619E-03	1.2435E-03	746



GER. BENDUNG PENCIL

PENINJAUAN TERHADAP BENDUNG IRIGASI

Q yang lewat pintu = $Q/6 = 890/6 = 150 \text{ m}^3/\text{dt}$

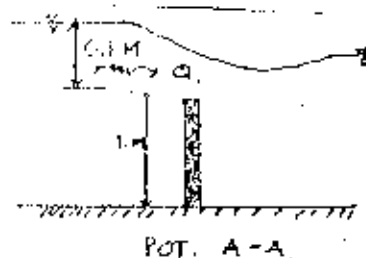
Rumus pendekatan yang dipakai = $C B H^{3/2}$

Untuk $P = 1$ meter

$H = 6.1$ meter ————— $P/H = 0,14$

$C = 3,30$

$$Q = (3,30) (3,00) (6,1)^{1,5} \\ = 150 \text{ m}^3/\text{dtk.}$$



Elevasi muka air menjadi +99,458, jadi dengan tinggi pintu ($H = 1$ meter) debit air yang lewat tidak mengakibatkan genangan (luapan), dibandingkan dengan elevasi mercu tanggul (+ 101.150) maka dapat diambil kesimpulan . bahwa P maksimum = 1 meter elevasi muka air dibawah elevasi mercu tauggul sedang untuk $P > 1$ meter kemungkinan akan menyebabkan kenaikan muka air. Jadi keberadaan bendung sangat mempengaruhi kenaikan elevasi muka air banjir.

Dalam tugas akhir ini tidak dibahas secara detail untuk itu perlu kiranya pemecahan / pemikiran mengenai keberadaan bendung irigasi dengan memperhitungkan elevasi mercu bendungnya atau mengusahakan pengambilan air dari tempat lain yang ada seperti Rawa Jombor.



4.5. USAHA PERBAIKAN TANGGUL.

Dengan mempertimbangkan akibat yang mungkin akan terjadi bila ada bencana banjir, mengingat banjir rencana yang ditetapkan dari hasil perhitungan cukup besar, maka dipandang perlu untuk merencanakan suatu bangunan penghalang disebelah sisi kiri dan kanan dari sungai (tanggul). Sehingga dengan adanya tanggul tersebut diharapkan dapat mengurangi air yang meluap.

Dalam perencanaan tanggul juga dibutuhkan peninggian tanggul sesuai dengan kebutuhan yaitu dengan menambah free board (jagaan).

TINGGI JAGAAN (FREE BOARD).

Yang dimaksud dengan tinggi jagaan / free board adalah jarak vertikal dari puncak tanggul sampai permukaan air. Jarak tersebut dipertimbangkan sedemikian rupa sehingga dapat mencegah peluapan air akibat gelombang serta fluktuasi permukaan air, hal ini disebabkan karena adanya :

1. Adanya kemiringan serta kecepatan yang besar.
2. Adanya tikungan atau pertemuan anak sungai, dengan kecepatan aliran dan sudut yang besar akan menyebabkan kenaikan muka air.
3. Sebab-sebab alam, seperti angin dan lain-lain.

Tinggi jagaan pada umumnya direncanakan pada perencanaan tanggul berkisar antara 5% sampai 30% dari dalamnya air.

Untuk menghitung tinggi jagaan pada tanggul diestimasikan sebagai berikut :

- Berdasarkan perumusan USBR.
- Berdasarkan kenyataan pada umumnya yang dilaksanakan dilapangan.

Hasil perhitungan tinggi jagaan dari kedua keadaan tersebut diambil pada keadaan yang paling berbahaya, yaitu dengan ketinggian yang paling besar.

Berdasarkan perumusan dari USBR.

Rumus yang digunakan adalah :

$$Fr = 2 + 0.025 V \sqrt[3]{d}$$

dimana :

Fr = Free board (feet).

V = Kecepatan (feet/sec).

d = Kedalaman air (feet).

Berdasarkan pengalaman dilapangan.

Berdasarkan pengalaman dilapangan besarnya free board diambil 1.50 meter.

Untuk itu persyaratan 5%-30% dari dalamnya air harus dipenuhi.

Tabel 4.8. PERHITUNGAN TINGGI JAGAAN (FREEBOARD)

cross section	d (meter)	d (feet)	Q (m ³ /dtk)	A (m ²)	V (ft./dt)	Fr (feet)	Fr (meter)
P 12 - P 0	6.822	22.382	1035.550	530.437	6.405	2.451	0.747
KD 2 - P 12	6.762	22.185	1018.150	524.715	6.356	2.447	0.746
KD 4 - KD 2	6.829	22.405	890.710	464.499	6.291	2.443	0.745
P 52 - KD 4	6.460	21.194	744.230	434.604	5.618	2.388	0.728
P 94 - P 52	5.520	18.136	729.980	307.103	7.799	2.512	0.766
P 122 - P 94	5.293	17.365	703.760	291.312	7.926	2.513	0.766
KD 17 - P 122	5.692	18.675	727.810	262.933	9.082	2.602	0.793

LEBAR MERCU TANGGUL.

Perhitungan lebar mercu tanggul didasarkan pada :

- Tinggi dan fungsi tanggul.
- Kemungkinan ada kegunaan untuk hal-hal yang lain (jalan inspeksi, dll).

Perumusannya adalah :

$$W = \frac{Z}{5} + 10 \quad (\text{Design Of small Dam}).$$

dimana :

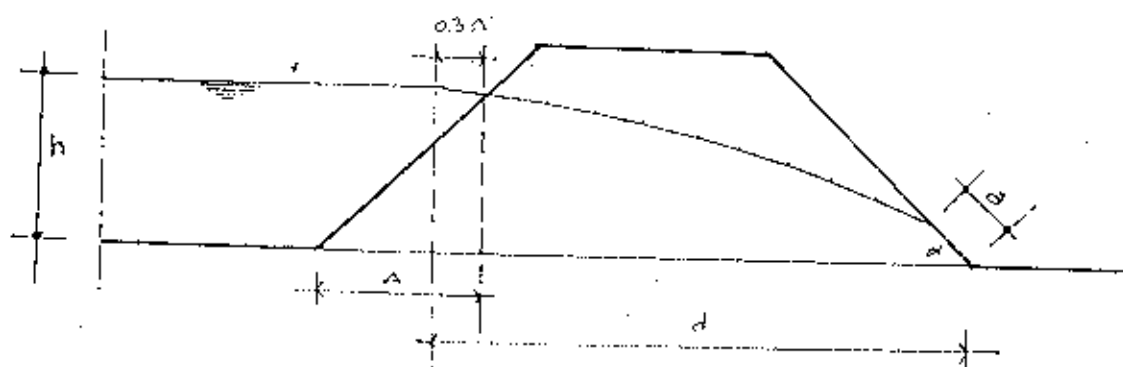
W = Lebar tanggul (feet).

Z = Tinggi mercu tanggul dari dasar saluran (feet).

REMBESAN PADA TANGGUL

Dalam perencanaan tanggul yang harus diperhatikan yaitu adanya rembesan air yang melalui tanggul tersebut. Diharapkan air sungai yang merembes tidak sampai keluar daerah-daerah disekitar aliran sungai.

Rembesan air pada tanggul dapat digambarkan sebagai berikut :



dimana :

$$a = \sqrt{d^2 + h^2} - \sqrt{d^2 - h^2 \cot^2 \alpha}$$

sumber : Groundwater and seepage by ME. Harr.

Untuk dapat menggambarkan permukaan rembesan pada tanggul digunakan perumusan / persamaan garis rembesan yaitu :

$$h = \sqrt{h_1^2 - (h_1^2 - h_2^2) \frac{x}{L}}$$

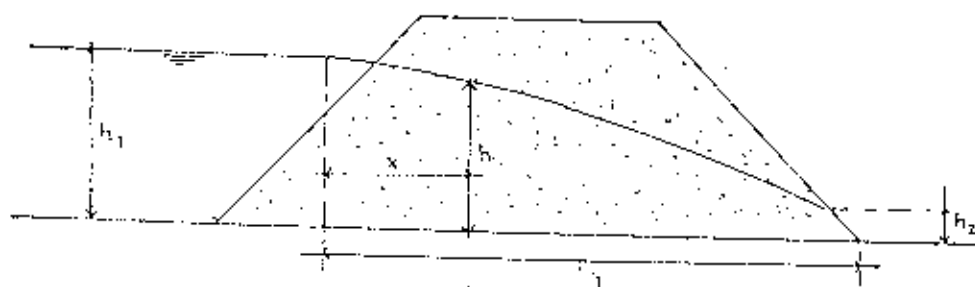
dimana :

h_1 = Tinggi muka air di hulu.

h_2 = Tinggi muka air di hilir.

x = Jarak yang ditinjau.

L = Jarak antara muka air di hulu dan di hilir.

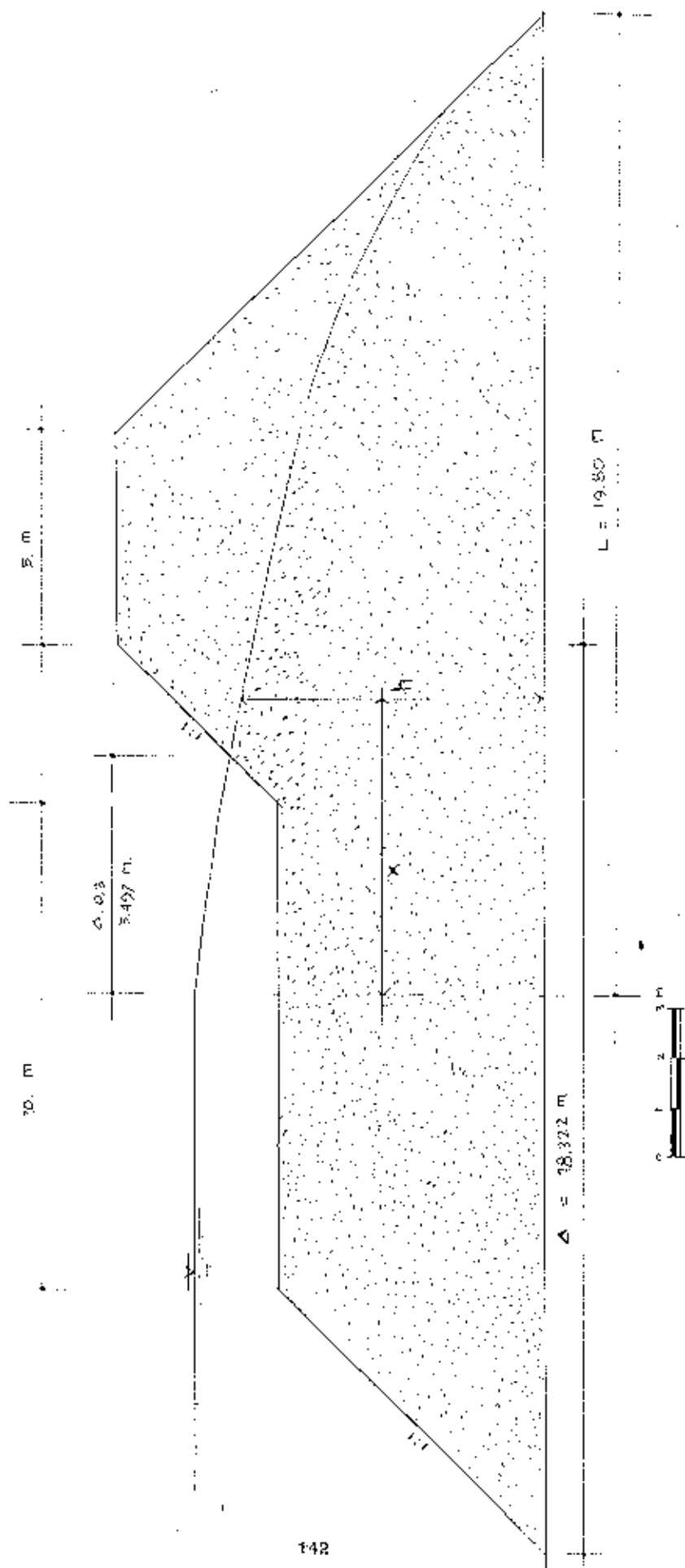


Tabel 4.9. PERHITUNGAN LEBAR MERCU

Cross section	Z		W	
	meter	feet	feet	meter
P 12 - P 0	6.822	22.382	14.476	4.412
KD 2 - P 12	6.862	22.513	14.503	4.420
KD 4 - KD 2	6.829	22.405	14.481	4.414
P 52 - KD 4	6.460	21.194	14.239	4.340
P 94 - P 52	5.528	18.136	13.627	4.154
P 122 - P 94	5.293	17.365	13.473	4.107
KD 17 - P 122	5.692	18.675	13.735	4.186

Tabel 4.10. Perhitungan rembesan

x	h1	h2	L	h (m)
0.00	6.822	1.75	18.822	6.822
1.50	6.822	1.75	18.822	6.563
3.00	6.822	1.75	18.822	6.294
4.50	6.822	1.75	18.822	6.012
6.00	6.822	1.75	18.822	5.717
7.50	6.822	1.75	18.822	5.405
9.00	6.822	1.75	18.822	5.074
10.50	6.822	1.75	18.822	4.721
12.00	6.822	1.75	18.822	4.338
13.50	6.822	1.75	18.822	3.919
15.00	6.822	1.75	18.822	3.448
16.50	6.822	1.75	18.822	2.903
18.00	6.822	1.75	18.822	2.227



Gambar 4.2. Rambu-Stop pada Jambore

4.6. ANALISA KEMANTAPAN LERENG.

Dalam analisa kemantapan lereng ada 3 macam lereng yang perlu diperhatikan antara lain :

a. *Lereng Alam.*

Yaitu lereng yang terbentuk karena proses alam.

misalnya lereng suatu bukit.

b. *Lereng yang dibuat pada tanah asli.*

Yaitu lereng yang dibuat dengan cara memotong / menggali tanah.

misalnya penggalian untuk saluran air.

c. *Lereng yang dibuat dari tanah yang dipadatkan.*

misalnya tanggul jalan atau bendungan urugan tanah.

Kemungkinan terjadinya peristiwa longsor lereng selalu ada, oleh sebab itu perlu diadakan analisa kemantapan lereng tersebut. Analisa kemantapan lereng tersebut didasarkan pada kekuatan geser tanah dan gaya-gaya yang bekerja. Apabila tegangan geser yang terjadi melampaui tegangan geser yang dipikul oleh sejumlah massa tanah maka hal ini terjadi longsor.

Gerakan longsor ini bersifat translasi atau rotasi, tergantung pada berbagai faktor yang mempengaruhi kelongsoran tersebut, kemantapan dari setiap kemiringan tanah tergantung pada kekuatan tahanan geser dari tanah, kekuatan geser ini adalah fungsi dari tahanan dan koefisien tanah, pada

permukaan longsor saat terjadinya gerak longsor.

Kekuatan geser tanah dapat dinyatakan secara umum dengan rumus

$$S = C' + (\sigma - U) \operatorname{tg} \theta$$

dimana :

S = Kekuatan geser tanah.

C' = Cohesi.

σ = Tegangan normal pada bidang geser.

θ = Sudut geser alam.

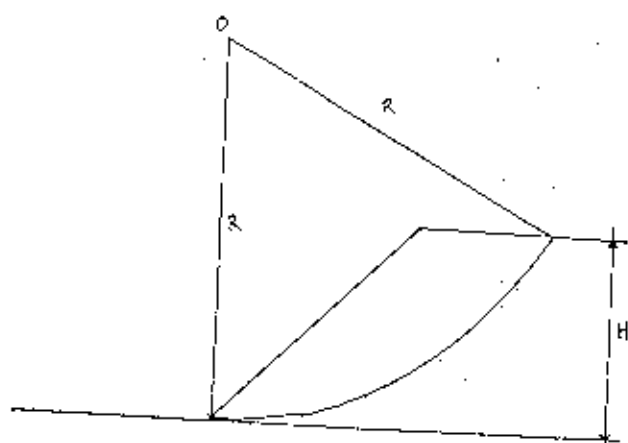
U = Tegangan air pori.

Untuk suatu tempat tertentu pada lereng, nilai i dan θ dapat dianggap konstan, tetapi tegangan air pori biasanya tidak merupakan angka yang konstan. Pada musim kering mungkin tidak ada tegangan air pori, sedangkan pada musim hujan tegangan air pori bisa menjadi tinggi. Bilamana lereng yang ditinjau adalah lereng dari tanggul tanah maka tegangan air pori tanah pada saluran yang berisi air akan berlainan sekali dengan tegangan air sebelumnya. Setiap kali ada perubahan tegangan air pori maka kekuatan geser ikut berubah, makin besar tegangan air pori maka semakin kecil kekuatan geser dan sebaliknya.

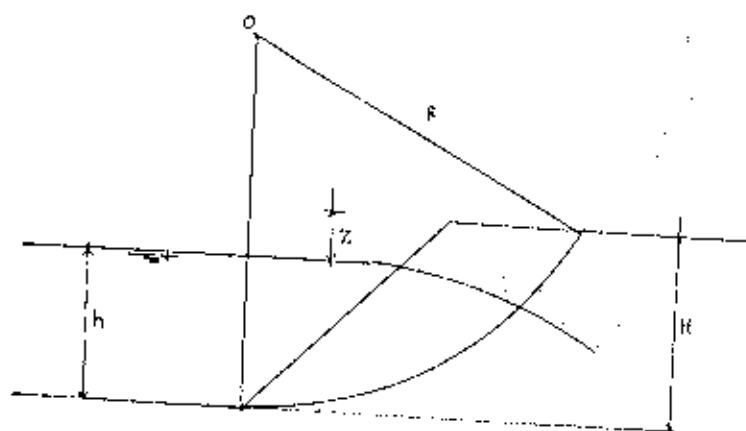
Berdasarkan kondisi diatas, tegangan air pori sangat berpengaruh terhadap kemantapan lereng yang ada.

Untuk itu peninjauan kemantapan lereng ditinjau pada dua keadaan.

Keadaan tanggul kosong (tidak ada air).

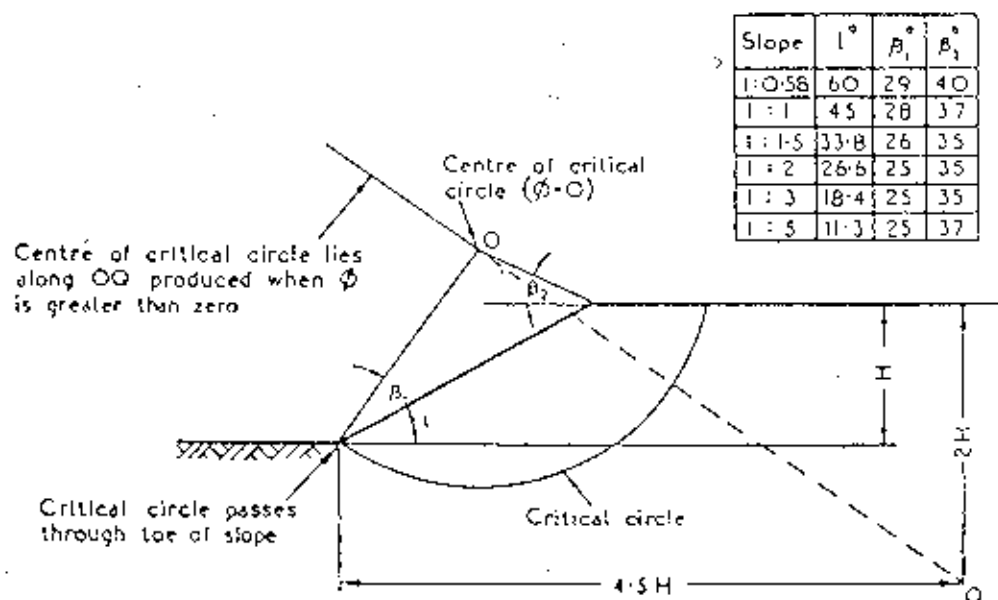


Keadaan tanggul ada air.



PENENTUAN LETAK PUSAT LINGKARAN KRITIS.

Lingkaran kritis adalah lingkaran dimana busur lingkarannya merupakan bidang gelincir dari lereng yang longsor.



PERHITUNGAN KEHANTAPAN LERENG.

Perhitungan ditinjau pada kondisi air kosong dan air penuh, dengan perumusan dari Bishop.

Kita ambil 1 (satu) segment

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{\text{Momen perlawanan}}{\text{Momen geser}} \geq 1 \\
 &= \frac{S \cdot L}{W \sin \alpha} \\
 &= \frac{C^i \cdot L + (\sigma \cdot L - U \cdot L) \operatorname{tg} \theta}{W \sin \alpha} \\
 &= \frac{1}{W \sin \alpha} \left[C^i \cdot L + (P - U \cdot L) \operatorname{tg} \theta \right] \\
 &= \frac{1}{W \sin \alpha} \left[C^i \cdot b + (W - Ub) \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\operatorname{tg} \theta \operatorname{tg} \alpha}{F}} \right]
 \end{aligned}$$

dimana :

- S = Tegangan geser tanah.
- C^i = Cohesi tanah.
- θ = Sudut lereng alam.
- W = Berat satu segment tanah.
- U = Tegangan air pori.
- γ = Berat isi tanah.

Dalam perhitungan stabilitas tanggul pada Kali Dengkeng untuk parameter tanahnya diambil dari penyelidikan yang dilakukan oleh pihak proyek Bengawan Solo.

Data tanah :

$$C^1 = 0,260 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\theta = 19,86^\circ$$

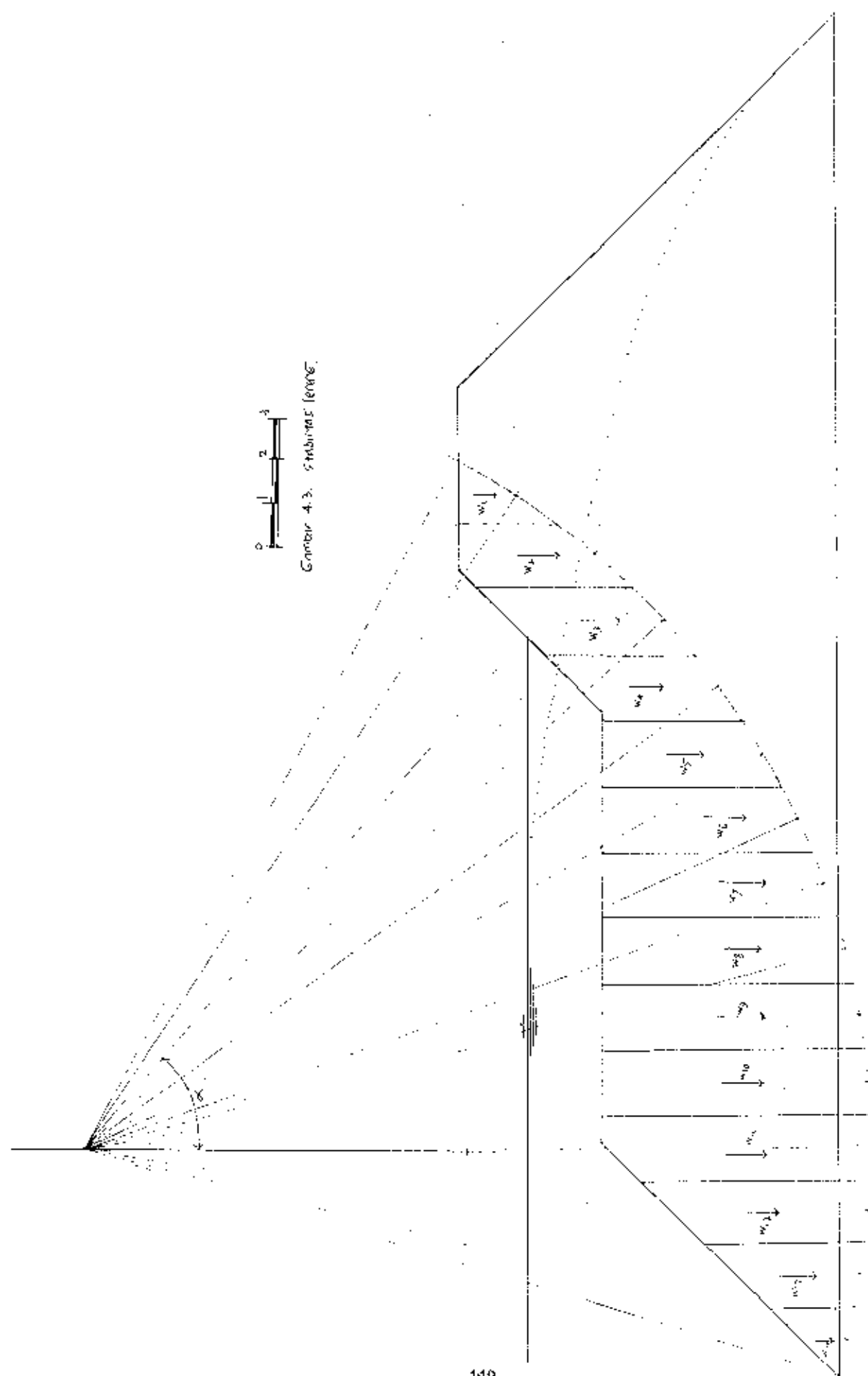
$$\gamma_t = 1,74 \text{ Ton/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = 2,08 \text{ Ton/m}^3$$

$$G = 2,65 \text{ Ton/m}^3$$

$$W = 45,10 \%$$

$$e = 1,21$$



Tabel 4.11.

Perhitungan Kestabilan lereng Kali Dengkeng (keadaan kosong /kering)

													$\frac{5cc \times}{1 + \frac{19.6 \times 19.6}{F}}$	
SRON:	B	h	W	alpha	sin a	W sin a	C' b	U	UD	W - UD	(W-UD)tgφ		14	13x14
	(m)	(m)	(ton)			(ton)	(ton)	(kg/cm ²)	(ton)	(ton)	(ton)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 = 8 + 12	P = 1,6	P = 1,6
1	1.500	1.200	2.871	57.850	0.845	2.426	3.900	0.000	0.000	2.871	1.037	4.937	1.378	6.803
2	1.500	3.100	7.961	51.550	0.783	6.233	3.900	0.032	0.046	7.913	2.858	6.758	1.252	8.461
3	1.500	3.500	9.396	42.600	0.677	6.381	3.900	0.225	0.338	9.056	3.272	7.172	1.125	8.068
4	1.500	3.700	8.352	36.760	0.598	4.994	3.900	0.330	0.495	7.857	2.838	6.738	1.068	7.196
5	1.500	3.650	9.527	30.870	0.513	4.887	3.900	0.500	0.750	8.777	3.170	7.070	1.027	7.261
6	1.500	4.450	11.615	25.770	0.435	5.053	3.900	0.800	0.900	10.715	3.870	7.770	1.001	7.378
7	1.500	5.100	13.311	20.770	0.355	4.725	3.900	0.880	1.020	12.291	4.440	8.140	0.985	8.214
8	1.500	5.600	14.616	15.420	0.266	3.888	3.900	0.720	1.080	13.536	4.889	8.789	0.977	8.587
9	1.500	5.900	15.399	10.420	0.181	2.787	3.900	0.750	1.125	14.274	5.156	9.056	0.976	8.839
10	1.500	6.100	15.921	5.250	0.092	1.465	3.900	0.770	1.155	14.766	5.334	9.234	0.984	9.086
11	1.500	5.900	15.399	-1.320	-0.023	-0.354	3.900	0.775	1.163	14.236	5.142	9.042	1.005	9.088
12	1.500	4.300	11.223	-4.270	-0.074	-0.831	3.900	0.780	1.170	10.053	3.631	7.531	1.020	7.582
13	1.500	2.700	7.047	-8.820	-0.153	-1.078	3.900	0.750	1.125	5.922	2.139	6.039	1.049	6.335
14	1.500	1.200	2.871	57.850	-0.235	-0.567	3.900	0.720	1.080	1.334	0.482	4.382	1.088	4.767
39.990													108.166	
													2.705	

Perhitungan Kestabilan lereng Kali Dengkeng (keadaan ada air)

													$\frac{5cc \times}{1 + \frac{19.6 \times 19.6}{F}}$	
SRON:	B	h	W	alpha	sin a	W sin a	C' b	U	UD	W - UD	(W-UD)tgφ		14	13x14
	(m)	(m)	(ton)			(ton)	(ton)	(kg/cm ²)	(ton)	(ton)	(ton)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 = 8 + 12	P = 1,6	P = 1,6
1	1.500	1.200	2.871	57.850	0.845	2.426	3.900	-	-	2.871	1.037	4.937	1.378	6.803
2	1.500	3.100	8.105	51.550	0.783	6.346	3.900	-	-	8.105	2.928	6.828	1.252	8.588
3	1.500	3.500	9.678	42.600	0.677	6.552	3.900	-	-	9.678	3.496	7.396	1.125	8.320
4	1.500	3.700	9.860	36.760	0.598	5.896	3.900	-	-	9.860	3.561	7.461	1.068	7.969
5	1.500	3.650	11.389	30.870	0.513	5.843	3.900	-	-	11.389	4.114	8.014	1.027	8.230
6	1.500	4.450	13.885	25.770	0.435	6.040	3.900	-	-	13.885	5.015	8.915	1.001	8.924
7	1.500	5.100	15.912	20.770	0.355	5.849	3.900	-	-	15.912	5.746	9.698	0.985	9.503
8	1.500	5.600	17.472	15.420	0.266	4.648	3.900	-	-	17.472	6.311	10.211	0.977	9.978
9	1.500	5.900	18.408	10.420	0.181	3.332	3.900	-	-	18.408	6.649	10.549	0.976	10.296
10	1.500	6.100	19.032	5.250	0.092	1.751	3.900	-	-	19.032	6.874	10.774	0.984	10.602
11	1.500	5.900	18.408	-1.320	-0.023	-0.423	3.900	-	-	18.408	6.549	10.549	1.005	10.602
12	1.500	4.300	13.416	-4.270	-0.074	-0.993	3.900	-	-	13.416	4.446	8.746	1.020	8.921
13	1.500	2.700	8.424	-8.820	-0.153	-1.289	3.900	-	-	8.424	3.043	6.943	1.049	7.283
14	1.500	1.200	2.886	57.850	-0.235	-0.678	3.900	-	-	2.886	1.042	4.942	1.088	5.377
45.099													121.355	
													2.691	

BAB V

PENINJAUAN TERHADAP SEDIMENTASI.

Umumnya banjir sungai disebabkan oleh berkurangnya kapasitas penampang sungai akibat sedimentasi. Oleh karena itu perlu diadakan peninjauan / pembahasan masalah sedimentasi yang terjadi disungai.

Sebelum kita melangkah lebih jauh perlu diketahui terlebih dahulu penyebab terjadinya sedimentasi yang biasanya disebabkan oleh proses erosi.

Erosi merupakan proses alamiah dari pelapukan permukaan bumi dimana hasil-hasil erosi ini akan terbawa oleh aliran air. Besarnya erosi ini tergantung dari :

- Iklim.
- Jenis tanah / gradasi tanah.
- Geometri dari daerahnya.

Disini faktor tumbuh-tumbuhan mempunyai pengaruh yang sangat kuat karena dapat memecahkan gaya dari butiran air yang jatuh, mengurangi jumlah limpasan permukaan dengan cara penyimpanan pada lapisan atas tanah, merupakan penghalang dari limpasan permukaan dan mengurangi kecepatan alirannya. Oleh karena itu perlu adanya pemeliharaan kelestarian dari tumbuh-tumbuhan yang ada.

Dari uraian diatas jelas bahwa bagian hulu merupakan daerah potensial terjadinya erosi, sedangkan pada bagian hilir merupakan daerah potensial terjadinya banjir dan endapan sedimen.

Usaha-usaha untuk memperbesar kapasitas sungai dilakukan dengan cara pengerukan sedimen yang ada di dasar sungai, sehinggasingai mampu menampung kapasitas sesuai dengan perencanaan.

MUATAN DASAR (BED LOAD).

Muatan dasar yaitu partikel-partikel yang bergerak dengan menggelinding atau melompat-lompat serta menggeser pada dasarsungai atau dekat dasar sungai.

Banyak perumusan untuk mengetahui atau mendapatkan besarnya muatan dasar (bed load). Dalam hal ini dipilih perhitungan yang sederhana dan praktis yaitu cara MPM (Meyer-PeterMuller). Perhitungan bed load sesuai dengan perhitungan suspended load yaitu ditinjau dalam keadaan debit rata-rata harian.

PERHITUNGAN BED LOAD MENGGUNAKAN METODE "MEYER-PETER MULLER.

Rumus yang digunakan yaitu :

$$S = \theta \sqrt{Dm^3 \Delta g}$$

dimana :

S = Jumlah muatan dasar (bed load) (m^3/dtk).

Dm = Diameter butir rata-rata = D₅₀. (mm).

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_v}{\rho_v}$$

ρ_s = berat jenis material dasar (Kg/m^3).

ρ_v = Berat jenis air (Kg/m^3).

g = Percepatan gravitasi (m/dt^2).

$$\theta = (4 \psi^1 - 0,188)^{3/2}$$

$$\psi = \frac{\tau}{\Delta \cdot \rho \cdot g \cdot Dm}$$

$$\mu = \frac{\tau^1}{\tau} = \left[\frac{C}{C^1} \right]^{3/2}$$

$$\tau = \rho \cdot g \cdot h \cdot i$$

$$C = \frac{\bar{v}}{\sqrt{h \cdot i}}$$

$$C^1 = 18 \log. \frac{12 \cdot h}{D_{50}}$$

- h = Kedalaman air. (m).
 i = Kemiringan sungai (slope).
 \bar{v} = Kecepatan rata-rata (m/dtk).
 D_{90} = Diameter butir muatan dasar pada 90% lolos saringan.

Adapun untuk pengukuran bed load ini diperlukan data, data antara lain :

- Kedalaman air.
- Lebar sungai.
- Kemiringan sungai.

PERHITUNGAN BED LOAD PADA PENAMPANG RENCANA KALI ATASAJI

$$Q = 1.939 \text{ m}^3/\text{dtk.}$$

$$B = 2.5 \text{ m.}$$

$$i = 0.00025.$$

$$n = 0.035$$

$$z = 1.$$

$$\bar{v} = \frac{Q}{A} = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$A = (b + zh)h = (2.5 + h)h$$

$$O = b + 2h \sqrt{1 + z^2} = 2.5 + 2h \sqrt{2}$$

$$R = A / O$$

persamaan

$$\frac{1.039}{(2.5 + h)h} = \frac{1}{0.035} \left[\frac{(2.5 + h)h}{2.5 + 2h\sqrt{2}} \right]^{2/3} (0.00025)^{1/2}$$

dengan cara coba-coba didapatkan $h = 1.306$ meter.

$$\bar{V} = \frac{1}{0.035} (4.97/6.19)^{2/3} (0.00025)^{1/2}$$

$$= 0.39 \text{ m/dtk.}$$

$$\tau = \rho g h i.$$

$$= 1000 \cdot 9,8 \cdot 1.306 \cdot 0.00025$$

$$= 3.20.$$

$$C = \frac{\bar{V}}{\sqrt{h \cdot i}} = \frac{0.39}{\sqrt{1.306 \cdot 0.00025}} = 21.596 \text{ m}^{1/2}/\text{dtk.}$$

$$C' = 18 \cdot \log \frac{12 \cdot h}{D_{90}} = 18 \cdot \log \frac{12 \cdot 1.306}{0.06 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 96.88 \text{ m}^{1/2}/\text{dtk.}$$

$$\mu = \frac{\tau}{\tau'} = \left[\frac{C}{C'} \right]^{3/2} = 0.105.$$

$$\tau' = \mu \cdot \tau = 0.102 \cdot 3,71 = 0,337$$

$$\psi = \frac{\tau}{\Delta \cdot \rho \cdot g \cdot D_m} ; \quad \Delta = \frac{2650 - 1000}{1000}$$

$$\psi = \frac{0,337}{1,65 \cdot 1000 \cdot 9,8 \cdot 0,0165 \cdot 10^{-3}} = 1,157.$$

$$\phi = (4 \psi - 0,188)^{3/2} = (4 \cdot 1,157 - 0,188)^{3/2} = 9.350.$$

$$S = \phi \sqrt{D_m^3 \cdot \Delta \cdot g}$$

$$= 9.350 \sqrt{(0,0165 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 1,65 \cdot 9,8}$$

$$= 2,970 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{dtk} \cdot \text{m lebar.}$$

$$\text{Total bed load} = \left[\frac{S}{1 - e} \cdot B \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \right] \text{ m}^3/\text{hari.}$$

$$= \left[\frac{2,970 \cdot 10^{-6}}{1 - 0,4} \cdot 2,5 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \right] \text{ m}^3/\text{hari.}$$

$$= 1,034 \text{ m}^3/\text{hari.}$$

Untuk jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.1 s/d 5.4.

Total angkutan sedimen pada kali Dengkeng sebagai berikut :

$$Q_s \text{ Kali Atasaji} = 404,28 \text{ m}^3/\text{tahun.}$$

$$Q_s \text{ Kali Bonggol} = 471,64 \text{ m}^3/\text{tahun.}$$

$$Q_s \text{ Kali Cangak} = 926,16 \text{ m}^3/\text{tahun.}$$

$$Q_s \text{ Kali Dengkeng} = 21232,91 \text{ m}^3/\text{tahun.}$$

TABEL 5.1. PERHITUNGAN ANGKUTAN SEDIH KALI ATASAJI

[illegible]

TABEL 3.2. PERHITUNGAN ANSKUTAN SECINEN KALI BOHGGOL

[illegible]

TABEL 5.3. PERHITUNGAN AUKUTAN SEDIMEN KALI CANGAK

	Q1 (m ³ /s)	i	n	h (m)	b (m)	A (m ²)	D (m)	V (m/s)	Q2 (m ³ /s)	Tan.g.h.i	C (m ^{0.5} /s)	Q [*] (m ^{0.5} /s)	U	Tha [*]	kst	phi	sedimen (m ³ /hari)	bed load (m ³ /hari)	bed load (m ³ /m)
Januari	2.038	0.0005	0.035	0.986	3.20	4.12	5.99	0.50	3.056	4.829	22.49	94.66	0.115	0.558	1.916	20.434	6.282-06	2.892	89.64
Pebruari	0.974	0.0005	0.035	0.589	3.20	2.45	5.0 [*]	0.40	0.974	3.132	22.21	91.29	0.120	0.376	1.291	11.103	3.41E-06	1.571	43.59
Maret	1.112	0.0005	0.035	0.691	3.20	2.62	5.15	0.41	1.112	3.383	22.27	91.50	0.119	0.404	1.287	12.408	3.61E-06	1.756	54.43
April	1.412	0.0005	0.035	0.794	3.20	3.17	5.45	0.45	1.412	3.891	22.38	92.99	0.118	0.459	1.576	15.129	4.65E-06	2.140	64.21
Mei	1.576	0.0005	0.035	0.845	3.20	2.42	5.59	0.46	1.576	4.145	22.39	93.49	0.117	0.486	1.670	16.534	5.08E-06	2.340	72.53
Juni	1.793	0.0005	0.035	0.913	3.20	3.73	5.78	0.48	1.793	4.465	22.42	94.07	0.116	0.520	1.785	18.335	5.63E-06	2.595	77.84
Juli	1.733	0.0005	0.035	0.894	3.20	3.56	5.73	0.47	1.733	4.376	22.42	93.91	0.117	0.511	1.754	17.842	5.49E-06	2.525	78.27
Agustus	1.723	0.0005	0.035	0.891	3.20	3.54	5.72	0.47	1.723	4.363	22.41	93.89	0.117	0.509	1.749	17.759	5.45E-06	2.513	77.50
September	1.925	0.0005	0.035	0.949	3.20	3.94	5.88	0.49	1.925	4.651	22.44	94.35	0.118	0.539	1.852	19.403	5.96E-06	2.746	82.37
Oktober	2.220	0.0005	0.035	1.030	3.20	4.36	6.11	0.51	2.220	5.046	22.46	95.02	0.115	0.580	1.992	21.705	6.67E-06	3.071	95.22
November	2.387	0.0005	0.035	1.073	3.20	4.59	6.24	0.52	2.387	5.252	22.47	95.35	0.114	0.502	2.087	22.572	7.03E-06	3.251	97.52
Desember	2.132	0.0005	0.035	1.036	3.20	4.23	6.05	0.50	2.132	4.930	22.45	94.84	0.115	0.583	1.952	21.028	6.48E-06	2.976	92.14

Total sedimen (m³/tahun) = 328.16

TABEL 5.4. PERHITUNGAN AUKUTAN SEDIMEN KALI DEUNGKENG

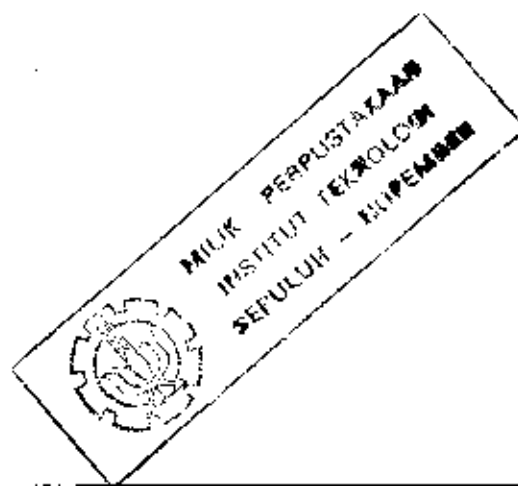
	Q1 (m ³ /s)	i	n	h (m)	b (m)	A (m ²)	D (m)	V (m/s)	Q2 (m ³ /s)	Tan.g.h.i	C (m ^{0.5} /s)	Q [*] (m ^{0.5} /s)	U	Tha [*]	kst	phi	sedimen (m ³ /hari)	bed load (m ³ /hari)	bed load (m ³ /m)
Januari	197.505	0.00011	0.035	7.8804	20.00	219.71	42.29	0.90	197.505	8.485	30.53	110.93	0.142	1.227	4.215	59.602	2.05E-05	60.199	1386.05
Pebruari	177.530	0.00011	0.035	7.4054	20.00	223.54	41.00	0.87	177.531	8.005	30.52	110.47	0.145	1.153	3.995	52.746	1.93E-05	55.494	1553.82
Maret	181.296	0.00011	0.035	7.5107	20.00	208.52	41.24	0.88	181.295	8.037	30.52	110.58	0.145	1.175	4.036	53.796	1.95E-05	56.389	1727.43
April	190.629	0.00011	0.035	7.7258	20.00	214.24	41.85	0.85	190.637	8.329	30.53	110.78	0.145	1.205	4.140	68.257	2.02E-05	58.598	1757.05
Mei	182.931	0.00011	0.035	7.7550	20.00	215.24	41.93	0.89	191.930	8.360	30.53	110.91	0.145	1.209	4.154	66.587	2.04E-05	58.891	1875.62
Juni	181.351	0.00011	0.035	7.5120	20.00	206.57	41.25	0.88	181.350	8.039	30.53	110.58	0.145	1.175	4.037	53.751	1.96E-05	56.382	1601.46
Juli	181.351	0.00011	0.035	7.5733	20.00	208.52	41.42	0.88	182.992	8.164	30.53	110.62	0.145	1.182	4.066	54.484	1.98E-05	57.012	1787.59
Agustus	181.351	0.00011	0.035	7.5152	20.00	208.78	41.26	0.88	181.489	8.101	30.53	110.53	0.145	1.175	4.038	63.787	1.96E-05	56.414	1748.85
September	181.351	0.00011	0.035	7.5693	20.00	212.11	41.58	0.89	188.045	8.255	30.53	110.72	0.145	1.197	4.111	65.531	2.01E-05	57.975	1739.24
Oktober	197.530	0.00011	0.035	7.7328	20.00	214.48	41.87	0.89	190.887	8.337	30.53	110.75	0.145	1.200	4.144	66.339	2.04E-05	58.571	1919.82
November	224.753	0.00011	0.035	8.0409	20.00	219.47	42.74	0.91	204.755	8.668	30.53	111.09	0.144	1.249	4.292	69.869	2.19E-05	61.374	1856.22
Desember	186.674	0.00011	0.035	7.8519	20.00	219.04	42.24	0.90	196.674	8.475	30.53	110.91	0.144	1.224	4.206	67.943	2.02E-05	60.002	1880.09

Total sedimen (m³/tahun) = 21332.91

Untuk mengetahui sampai seberapa jauh tinggi sedimen yang ada pada Kali dengkek ditinjau tiap cross section sebagai berikut.

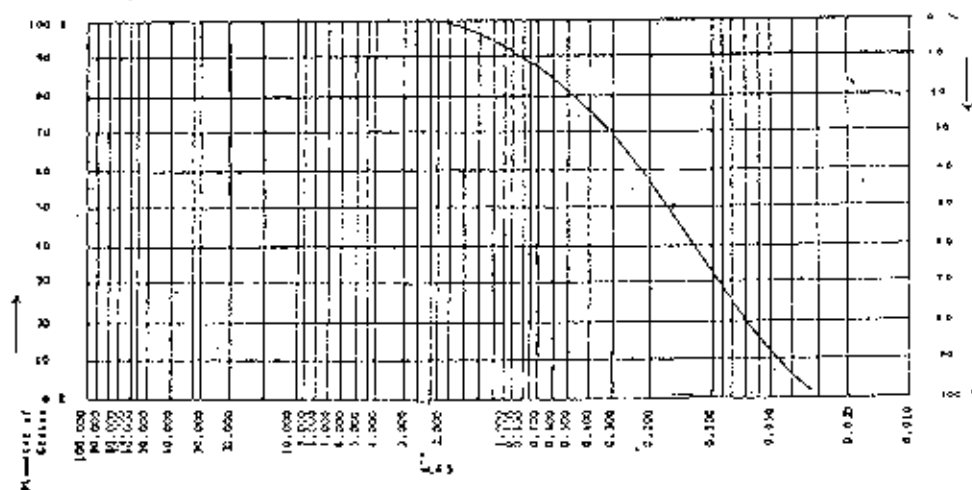
$$\text{kotinggian sedimen (h)} = \frac{21232,91}{80 \times 400} = 0,7 \text{ meter.}$$

Untuk mengatasi adanya sedimentasi / pengendapan didasar sungai, diadakan usaha-usaha perawatan (pengerukan) dasar sungai agar propil sungai tetap seperti yang direncanakan.



GRAIN SIZE ANALYSIS

DATE: 10/10/2023
 NAME: ...
 NO. ...

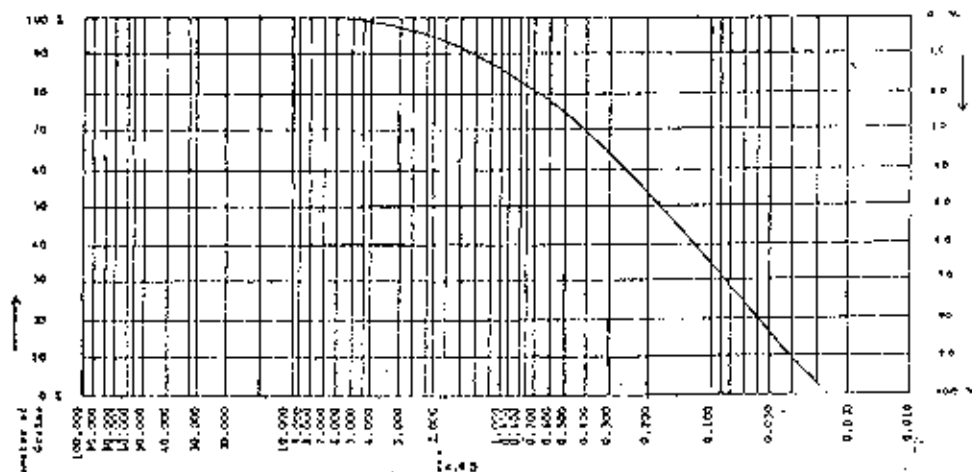


A.S.T.M.
 Classification Int.
 Aggregates Test
 Classification

GRAVEL	COARSE	SAND	FINE	CLAY
GRAVEL	COARSE	SAND	FINE	CLAY

GRAIN SIZE ANALYSIS

DATE: 10/10/2023
 NAME: ...
 NO. ...



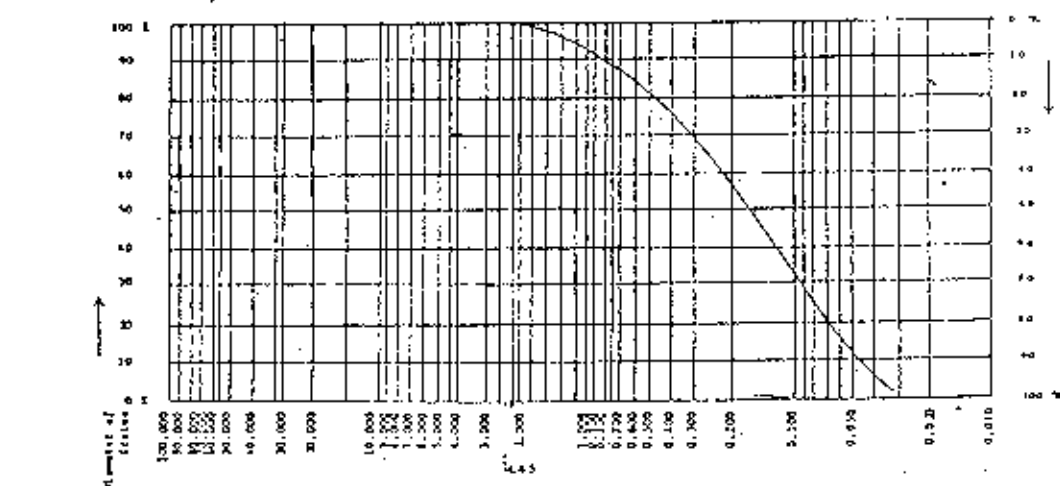
A.S.T.M.
 Classification Int.
 Aggregates Test
 Classification

GRAVEL	COARSE	SAND	FINE	CLAY
GRAVEL	COARSE	SAND	FINE	CLAY

Gambar 5.1.
 HASIL ANALISA Saringan MATERIAL DASAR SUNGAI

LOCATION: Kali Songgol
 NAME: ...
 SAMPLE NO.: ...
 DATE: ...

GRAIN SIZE ANALYSIS

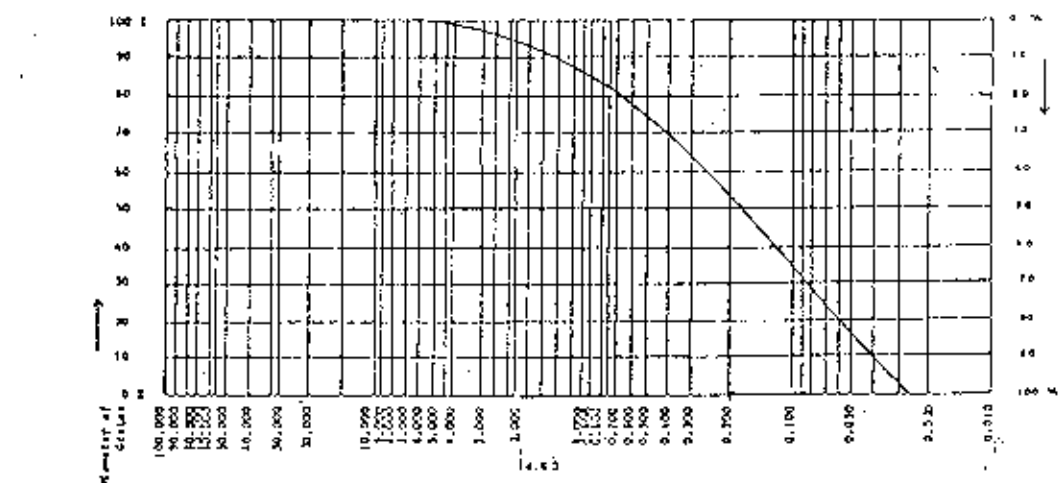


A.S.T.M.
 Classification Int.
 Applicable Soil
 Classification

GRAVEL	COARSE	SAND	FINE	CLAY
GRAVEL	COARSE	SAND	FINE	CLAY

LOCATION: Kali Dengkeng
 NAME: ...
 SAMPLE NO.: ...
 DATE: ...

GRAIN SIZE ANALYSIS



A.S.T.M.
 Classification Int.
 Applicable Soil
 Classification

GRAVEL	COARSE	SAND	FINE	CLAY
GRAVEL	COARSE	SAND	FINE	CLAY

Gambar 5.2.

NASIL ANALISA SARINGAN MATERIAL DASAR SUNGAI

BAB VI

ANALISA EKONOMI

6.1 UMUM.

Analisa ekonomi dilakukan untuk menilai pembiayaan suatu proyek. Analisa ini didasarkan kepada standart dan kriteria yang ada untuk menaksir dan mempertimbangkan keuntungan suatu proyek. Semua faktor yang mempunyai pengaruh dan yang tidak bisa diabaikan harus dianalisa.

Analisa ekonomi erat hubungannya dengan sifat menguntungkan atau tidak menguntungkannya dari suatu proyek, sedang analisa pembiayaan dihubungkan dengan kemungkinan suatu tanggungan hutang.

Analisa ekonomi meneliti hubungan antara biaya dan keuntungan (benefit cost) suatu proyek dan menetapkan proiritas dari beberapa proyek, yang sebaiknya dilaksanakan.

Analisa pembiayaan diadakan untuk meyakinkan sampai seberapa jauh biaya yang harus dikeluarkan.

Analisa keuntungan menyangkut pendapatan atau hasil yang akan diperoleh dari suatu proyek setelah selesai.

Penentuan biaya dapat ditaksir dari volume pekerjaan dan unit price, sedang keuntungan diperhitungkan berdasarkan beberapa faktor, baik faktor keuntungan yang dinilai dengan uang maupun faktor keuntungan yang tidak bisa dinilai dengan uang.

Dengan membandingkan antara pembiayaan dengan keuntungan dari alternatif perencanaan akan dapat ditentukan apakah proyek menguntungkan bila dilaksanakan.

6.2. PERHITUNGAN BIAYA.

Perhitungan biaya ini digunakan untuk mengetahui sampai seberapa besar biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan alternatif penyelesaian masalah banjir didaerah Kali Dengkeng.

Perhitungan biaya ini meliputi :

- Pembebasan tanah.
- Pengerukan untuk memperbesar kapasitas sungai.
- Pemadatan tanah.
- Biaya pengerukan rutin.
- dan lain-lain.

HARGA SATUAN PEKERJAAN.

Harga satuan pekerjaan (unit price) yang digunakan oleh proyek Pengembangan wilayah sungai Bengawan Solo adalah sebagai berikut :

Pembebasan tanah.

	unit	harga (Rp)
1. Pekarangan (desa).		
- Semi urban	Ha	40.000.000,00
- Rural	Ha	11.000.000,00

2. Sawah Irigasi.

- Semi urban	Ha	11.000.000,00 -
- Rural	Ha	5.750.000,00

3. Sawah tedah hujan.

- Semi urban	Ha	11.000.000,00
- Rural	Ha	5.750.000,00

4. Rumah.

- Semi urban	Ha	800.000,00 -
- Rural	Ha	360.000,00

Pekerjaan tanah.

1. Penggalian tanah dan pembuangan

keluar lokasi	m ³	1.300,00
---------------	----------------	----------

2. Urugan tanah dari galian

ke lokasi	m ³	600,00
-----------	----------------	--------

3. Urugan tanah dari luar lokasi

m ³	1.700,00.
----------------	-----------

Biaya pengerukan rutin.

Aliran sungai dalam perjalanannya selain menimbulkan gerusan (erosi) pada dasar atau tebingnya, juga mengendapkan partikel-partikel yang dibawa. Pada keadaan dimana aliran mengerosi, akan menambah ketinggian dasar sungai dan menyebabkan daya tampung sungai kecil. Bila kondisi ini terjadi, untuk tetap bisa menjaga daya tampung sungai, diperlukan pekerjaan pengerukan secara rutin sesuai dengan

pertambahan naiknya dasar sungai. Pengendapan terjadi dibagian hilir hingga muara sungai, oleh karena itu pengerukan dilakukan pada bagian ini.

Dari hasil perhitungan sedimentasi, maka volume pengerukan

Qs Kali Atasaji = 404,28 m³/tahun.

Qs Kali Bonggol = 471,64 m³/tahun.

Qs Kali Cangak = 926,16 m³/tahun.

Qs Kali Dengkeng = 21232,91 m³/tahun.

Berdasarkan ketentuan harga satuan pekerjaan dari proyek Bengawan Solo untuk 1m³ pengerukan sebesar Rp 1.300 jadi biaya pengerukan seluruhnya pertahunnya

$$= 21232,91 \cdot \text{Rp } 1300. = \text{Rp } 27.602.785,-$$

Sekanjutnya perhitungan (rekapitulasi biaya pokok disusun pada tabel berikut)

TABEL 5.1. REKAPITULASI BIAYA POKOK

: jenis :	: Satuan :	: harga :	: jumlah :	: biaya :
: :	: :	: :	: :	: (Rp) :
: Pembebasan tanah :	: :	: :	: :	: :
: ----- :	: :	: :	: :	: :
:Pekarangan : - semi urban :	: ha :	:40000000 :	: - :	: :
: - Rural :	: ha :	:11000000 :	: - :	: :
: Sawah irigasi : - semi urban :	: ha :	:11000000 :	: - :	: :
: - Rural :	: ha :	: 5750000 :	: 15.3 :	: 87975000 :
: Sawah tadah hujan : :	: :	: :	: :	: :
: - semi urban :	: ha :	:11000000 :	: - :	: :
: - Rural :	: ha :	: 5750000 :	: 21.6 :	: 124200000 :
: Rumah : - semi urban :	: ha :	: 800000 :	: - :	: :
: - Rural :	: ha :	: 350000 :	: - :	: :
: Pekerjaan tanah :	: :	: :	: :	: :
: ----- :	: :	: :	: :	: :
:Penggalian tanah dan pembuangan keluar lokasi :	: m ³ :	: 1300 :	: 3679950 :	:4783935000 :
:Urugan tanah dari galian ke lokasi :	: m ³ :	: 600 :	: 1530000 :	: 918000000 :
:Urugan tanah dari luar kelokasi (dipadatkan) :	: m ³ :	: 1700 :	: 807000 :	:1371900000 :
: :	: :	: :	: :	: :
				7286010000

6.2.1 PERHITUNGAN KERUGIAN POTENSI AKIBAT BANJIR.

Untuk mendapatkan analisa yang tepat mengenai benefit cost dari suatu proyek perbaikan sungai, penaksiran mengenai besarnya kerugian-kerugian yang ditimbulkan oleh banjir amat perlu, sehingga akan dapat dibandingkan dengan biaya perbaikan, perawatan yang akan dilakukan guna mengatasi pengendalian banjir.

Besarnya kerugian dapat diketahui dengan menghitung atau mempelajari kerugian-kerugian baik yang langsung maupun yang tidak langsung terhadap potensi yang ada didaerah tersebut.

Kerugian langsung adalah kerugian terhadap hasil pertanian, pemukiman, kerusakan jalan raya. Sedang kerugian tidak langsung adalah terganggunya lalu lintas jalan raya, dan lain-lain.

a. Kerugian terhadap hasil pertanian.

Data kerugian terhadap hasil pertanian diperoleh dari buku pencatatan hasil pertanian yang mengalami kerugian akibat banjir di Kabupaten Klaten dan Sukoharjo.

Kerugian rata-rata tiap tahun = Rp 152.475.000.000,00

b. Kerugian terhadap rumah yang tergenang.

Kerugian ini tidak hanya terjadi terhadap bangunan rumahnya sendiri, tetapi juga menimpa terhadap barang-barang yang berada didalam rumah, misalnya : meubel, mesin dan lain-lain.

Tingkat pertumbuhan penduduk untuk daerah Kabupaten Klaten adalah sebesar 2,3 % pertahun.

Untuk memperkirakan jumlah kerugian pada masa mendatang kita mengambil data kerugian yang tercatat di Kabupaten Klaten dan Sukoharjo. Tiap tahun rata-rata rumah yang tergenang sebanyak 2380 buah dan diperkirakan kerugiannya sebesar Rp. 68.825.000,00 pertahun.

c. Kerugian terhadap Jalan, dan tanggul.

Berdasarkan catatan dari Bina Marga setempat, kerugian terhadap jalan dan tanggul tiap tahunnya mencapai Rp 59.800.000,00.

d. Kerugian terhadap Macetnya Jalan raya.

Diasumsikan bahwa setiap harinya sekitar 15 % dari 10.000 kendaraan yang melakukan perjalanan lewat jalan raya sejauh 10 Km. Rata-rata biaya operasi Rp 150 perkendaraan/Km. Kerugian diperkirakan setiap harinya = Rp 2.250.000,00.

Macetnya jalan raya ini biasanya berlangsung 2 hari, dengan demikian sebesar $2 \times \text{Rp } 2.250.000,00 = \text{Rp } 4.500.000,00$.

6.2.2 KEUNTUNGAN PERTANIAN.

Dalam pengendalian banjir ini disamping untuk mencegah terjadinya kerusakan juga mempunyai keuntungan. Keuntungan tersebut yaitu :

- Kemungkinan pemberian air pada sawah non irigasi menjadi irigasi teknis.

- Bertambahnya produksi padi.

Diasumsikan bahwa hasil pertanian ini nantinya dapat mencapai 3 - 4 ton / ha gabah kering.

Adapun kenaikan produksi padi dapat dilihat pada tabel berikut ini :

keterangan	: hasil gabh kering		: luas		: Peningkatan	
	:-----:-----:		: daerah		: produksi	
	:Sekarang	:Akan datang:				
	:(Ton/ha)	:(Ton/ha)	:(ha)		:(ton)	
daerah padi yang ada	:	:	:	:	:	:
	: 1.8	: 4	: 3000	:	6.600	:
	:	:	:	:	:	:
	: 2.3	: 4	: 3300	:	5.600	:
	:	:	:	:	:	:
	: 2.8	: 4	: 2600	:	3.100	:
	:	:	:	:	:	:
	: 3.6	: 4	: 1500	:	600	:
daerah padi baru (bekas polowijo)	:	:	:	:	:	:
	: 4.0	: 4	: 1600	:	0	:
	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:
padi musim hujan	:	:	:	:	:	:
	: 2.6	: 4	: 4700	:	6.600	:
padi musim kering	:	:	:	:	:	:
	: -	: -	: 2700	:	3.700	:
	:	:	:	:	:	:

Harga bersih kenaikan produksi padi diestimasi dengan harga dasar gabah kering sebesar Rp 145.000/ton, harga ini berdasarkan pada proyeksi harga tahun 1991. Dan diperkirakan tiap tahunnya keuntungan dari adanya peningkatan produksi ini sebesar Rp 2,64 10⁹.

Catatan : Harga dasar gabah kering diambil berdasarkan buku laporan IBRD Appraisal Report Irrigation.

6.3. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.

Pada perhitungan ini digunakan dua cara yaitu :

- Benefit cost ratio.(BCR).
- Internal Rate of Return.(IRR).

Dalam perhitungan akan dipakai interest rate (bunga modal) yang sesuai untuk negara yang sedang berkembang serta mengingat keadaan ekonomi dewasa ini, besarnya adalah 10%, 12% dan 15% dalam satu tahun dan umur ekonomis tanggul 10 tahun.

Perhitungan :

Total biaya pokok

PERHITUNGAN

:	:	biaya (Rp)	:
: TOTAL BIAYA POKOK	:	7286010000	:
: BIAYA PERAWATAN	:	27602785	:

: KEUNTUNGAN	:	:	:
: - KERUGIAN YANG BISA DISELAMATKAN TIAP TAHUN	:	:	:
: Kerugian terhadap hasil pertanian	:	152475000	:
: kerugian terhadap rumah yang tergenang	:	68823000	:
: Kerugian terhadap rumah dan tanggul	:	59900000	:
: Kerugian terhadap macetnya jalan raya	:	4500000	:
		285700000	

: Keuntungan dengan adanya perbaikan sungai	:	2640000000	:
: tiap tahun	:	:	:

Perhitungan BCR

Biaya awal	=	7286010000
Bunga & Depresi	=	1451685595
Biaya EP pertahun	=	27602785
Total biaya pertahun	=	1479288380
Keuntungan tiap tahun	=	2640000000

$$BCR = 1.78$$

$$BCR > 1 \quad (OK)$$



KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan dan pembahasan mengenai perbaikan sungai ini, maka dapat diambil kesimpulan : Ditinjau dari segi sosial dan ekonomi, alternatif perbaikan Kali Dengkeng guna menanggulangi masalah banjir dilakukan dengan cara normalisasi propil sungai, yang terdiri perbaikan penampang sungai sepanjang 34 km serta pembuatan tanggul sungai sepanjang 34 km. Dari hasil analisa back water dapat disimpulkan bahwa pada anak - anak sungai yang ada tidak perlu adanya perbaikan. Dengan adanya normalisasi tersebut diharapkan akan menyelamatkan kerugian, baik harta benda, hasil pertanian, transportasi, dan lain sebagainya.

Disamping program jangka pendek, perlu ditunjang dengan program jangka panjang seperti melestarikan fungsi sungai perlu adanya pengaturan tata guna lahan yang cukup baik disekitar sungai - sungai tersebut. Melestarikan hutan dengan mengadakan penghijauan kembali terhadap hutan - hutan yang gundul sehingga air hujan yang jatuh didaerah tersebut tidak langsung mengalir kebawah yang dapat menimbulkan genangan, akan tetapi air tersebut tertahan oleh akar-akar tanaman.

Dengan adanya normalisasi sungai ini perlu kiranya diperhitungkan masalah keberadaan bendung irigasi yang dalam tugas akhir ini tidak masuk dalam lingkup pembahasan. Alternatif pemecahannya antara lain dengan perbaikan bendung dengan memperhitungkan elevasi mercunya beserta cara operasionalnya, atau alternatif pengambilan air irigasi dari tempat lain yang ada seperti rawa Jombor.

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum , Proyek Pengembangan Wilayah Sungai Bengawan Solo .Dengkeng River Improvement.
2. Sosrodarsono, Suyono. Ir. Bendungan Type Urugan,
3. Sosrodarsoso, Suyono. Ir. Hidrologi untuk pengairan.
4. Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, Seminar Pengairan, Rainfall & Run Off Relation and Design Flood.
5. Subarkah, Imam. Ir. Hidrologi untuk perencanaan bangunan air.
6. Ven Te Chow, Ph.D. Open Channel Hidraulics. Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd.
7. ME.Harr . Ground water and seepage.
8. United States Departement of The Interior, Design Of Small Dams, Beure of Reclamation.
9. Wesley, L.D. Mekanika Tanah.